



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

KVALITA OTOPNÉ VODY PRO ZDROJE TEPLA
HOT WATER QUALITY FOR HEAT

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

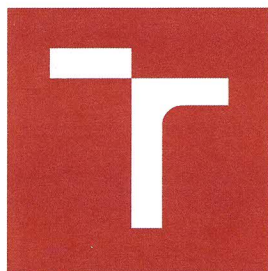
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Tereza Snášelová

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608T001 Pozemní stavby
PRACOVISŤE	Ústav technických zařízení budov

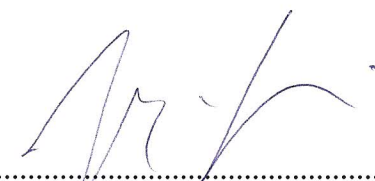
ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Tereza Snášelová
NÁZEV	Kvalita otopné vody pro zdroje tepla
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016


.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu




.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku.

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C1. Experimentální řešení a zpracování výsledků

Experiment realizovaný v laboratoři nebo reálné budově postihující dílčí část zadané problematiky.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
Ing. Marcela Počínková, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Obsahem diplomové práce je hodnocení kvality otopné vody ve vytápěcích systémech. V experimentální části práce je popis použitých metod a přístrojů a je také zpracována analýza sebraných vzorků. Teoretická část se věnuje vybraným vlastnostem vody, měřicím přístrojům a zdrojům tepla dle materiálu výměníku.

Dále tato práce řeší návrh vytápění a přípravy teplé vody komplexu administrativních budov. Projekt se skládá z výpočtu tepelných ztrát, návrhu systému a řešení dvou variant zdroje tepla. První varianta zahrnuje kondenzační kotel s nerezovým výměníkem, druhá varianta pak kotel s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku. Jednotlivým variantám odpovídá řešení zabezpečovacích zařízení a úprava vody.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vytápění, tepelné ztráty, aktivace betonového jádra, kondenzační kotel, nerezový výměník, hliníkový výměník, kvalita otopné vody, úprava otopné vody

ABSTRACT

The diploma thesis focuses on assessment of water quality in heating systems. The experiment includes description of used methods and meters as well as analysis of collected samples. The theoretical part describes selected water properties, quality meters and sources of heat according to the material of their heat exchanger.

This thesis processes design of heating system and hot water preparation for complex of administration buildings. The project includes calculations of heat losses, system proposal and two versions of possible heat source. The first version offers solution with condensing boiler with heat exchanger from stainless steel, while the second version uses condensing boiler with heat exchanger from aluminium and silicon. Both versions have their own solution of safety equipment and water treatment.

KEYWORDS

Heating system, thermally activated building system, condensing boiler, heat exchanger from stainless steel, heat exchanger from aluminium and silicon, heating water quality, water treatment

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Tereza Snášelová *Kvalita otopné vody pro zdroje tepla*. Brno, 2016. 158 s., 9 výkresů a 142 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov.
Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 1.1.2017

Bc. Tereza Snášelová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala paní Ing. Marcele Počinkové, PhD. za její odborné vedení, rady a čas, který mi při práci na této diplomové práci věnovala. Také bych chtěla poděkovat své rodině, za jejich trpělivost, a především podporu během celého studia.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 1.1.2017

Bc. Tereza Snášelová
autor práce

Obsah

Úvod	15
1. Voda.....	19
1.1. pH vody.....	20
1.2. Tvrdost vody	21
1.3. Alkalita	23
1.4. Vodivost	23
2. Měření kvality vody.....	25
2.1. Měření pH.....	25
2.2. Měření tvrdosti	26
2.3. Měření vodivosti	26
3. Kvalita otopné vody	29
3.1. Základní pojmy.....	30
3.2. Požadavky na kvalitu otopné vody.....	30
4. Úprava topné vody	33
4.1. Úprava tvrdosti	34
4.2. Návrh úpravny vody.....	35
4.3. Filtry	37
5. Výměníky ve zdrojích tepla	37
5.1. Hliníkové výměníky	37
5.2. Nerezové výměníky.....	39
6. Závěr	40
1. Analýza objektu.....	43
2. Výpočet tepelného výkonu	44
2.1. Výpočet a hodnocení součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí.....	44
2.2. Výpočet tepelných ztrát objektu.....	49
2.3. Přehled tepelných ztrát objektu	52
2.4. Tepelný výkon pro vzduchotechniku	53
3. Hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla.....	55
4. Návrh systému vytápění	58
4.1. Návrh systému aktivace betonového jádra.....	58
4.1.3. Přehled tepelné zátěže	66
4.2. Návrh otopných těles.....	69
5. Dimenzování a hydraulická regulace soustavy.....	72
5.1. Technický list vyvažovacího ventilu TBV-C	77
5.2. Technický list vyvažovacího ventilu Tacosetter Inline 100	77

5.3.	Technický list R + S IVAR.CS 553 DRS	78
5.4.	Technický list ventilu otopných těles RADIK VK/VKL	79
6.	Návrh trojcestných ventilů	80
7.	Návrh přípravy teplé vody	81
7.1.	Technický list zásobníku teplé vody Logalux SU400/5	83
8.	Návrh oběhových čerpadel	84
8.1.	Oběhové čerpadlo pro východní větev systému TABS	84
8.2.	Oběhové čerpadlo pro západní větev systému TABS	85
8.3.	Oběhové čerpadlo pro větev s otopnými tělesy	86
8.4.	Oběhové čerpadlo k zásobníku teplé vody	87
8.5.	Oběhové čerpadlo na větvi k VZT jednotce	88
8.6.	Oběhové čerpadlo v kotlovém okruhu	89
9.	Návrh dalších zařízení	91
9.1.	Hlavní rozdělovač a sběrač	91
9.2.	Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků	92
10.	Větrání kotelny	93
11.	Tepelná bilance kotelny	94
11.1.	Zimní období	94
11.2.	Letní období	94
11.3.	Technický list ventilátoru ECOLINE 100	95
12.	Roční potřeba tepla	96
12.1.	Roční potřeba tepla pro vytápění objektu	96
12.2.	Potřeba tepla pro přípravu teplé vody	98
12.3.	Potřeba paliva pro vytápění objektu	99
13.	Tepelná izolace potrubí	100
13.1.	Technický list tepelné izolace	101
13.2.	Dilatace potrubí	101
14.	Zdroj tepla - kotel s nerezovým výměníkem	106
14.1.	Vybrané parametry zdroje tepla	106
14.2.	Plynový hořák	107
15.	Zabezpečovací zařízení	108
15.1.	Expanzní nádoba	108
15.2.	Pojistný ventil	109
15.4.	Technický list pojistného ventilu	111
16.	Návrh úpravy vody	112
17.	Zdroj tepla - kotel s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku	117

17.1.	Vybrané parametry zdroje tepla	117
18.	Zabezpečovací zařízení	118
18.1.	Expanzní nádoba	118
18.2.	Pojistný ventil.....	119
18.3.	Technický list expanzní nádoby.....	119
18.4.	Technický list pojistného ventilu	120
19.	Návrh úpravy vody	121
20.	Vzduchotechnika.....	123
21.	Zhodnocení variant	124
21.1.	Vnitřní prostředí.....	124
21.2.	Uživatelský komfort	124
21.3.	Prostorové nároky.....	124
21.4.	Ekonomika provozu	124
21.5.	Dopad na životní prostředí.....	124
22.	Technická zpráva – varianta 1	126
22.1.	Identifikační údaje	126
22.2.	Provoz objektu	126
22.3.	Podklady	126
22.4.	Základní technické údaje.....	126
22.5.	Zdroj tepla.....	126
22.6.	Zabezpečovací zařízení	127
22.7.	Otopná soustava	127
22.8.	Regulace	128
22.9.	Kotelna.....	128
22.10.	Požadavky na ostatní profese	128
22.11.	Montáž, provoz a údržba	129
22.12.	Závěr	129
23.	Technická zpráva – varianta 2	130
23.1.	Identifikační údaje	130
23.2.	Provoz objektu	130
23.3.	Podklady	130
23.4.	Základní technické informace	130
23.5.	Zdroj tepla.....	130
23.6.	Zabezpečovací zařízení	131
23.7.	Otopná soustava	131
23.8.	Regulace	132

23.9.	Kotelna	132
23.10.	Požadavky na profese	132
23.11.	Montáž, provoz a údržba	133
23.12.	Závěr	133
1.	Úvod	137
2.	Metoda	137
2.1.	Sběr vzorků	137
2.2.	Dotazník	137
2.3.	Měření	138
3.	Výsledky	139
3.1.	Požadované hodnoty kvality vody.....	140
3.2.	Vliv stáří potrubní sítě na jednotlivé vlastnosti	144
3.3.	Vliv filtrace a odběrného místa na obsah TDS.....	146
4.	Diskuze.....	147
5.	Závěr	147
	Závěr	151
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	152
	SEZNAM GRAFICKÝCH ZDROJŮ	153
	POUŽITÉ NORMY A VYHLÁŠKY	153
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	154
	SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ	155
	SEZNAM TABULEK.....	155

Úvod

Tématem této diplomové práce bylo ověřit kvalitu otopné vody v reálných systémech. Na trhu je velké množství výrobců a typů kotlů, které se mmj. liší také materiálem tepelného výměníku. V současné době je nejtypičtější materiálem u kondenzačních kotlů nerez, ale již nějakou dobu se nabízí i kotle s výměníkem z hliníku. Každý materiál pak vyžaduje poněkud jiné hodnoty vlastností vody, které, pokud nejsou dodrženy, snižují podstatně životnost zdroje tepla.

Teoretická část práce se zaměřuje na popis některých vybraných vlastností vody obecně, druhů měření a určování kvality vody. V závěru je nastíněna kvalita otopné vody a požadavků jednotlivých druhů kotlů. V experimentální části je pak rozbor použitých metod při měření, výsledky z měření a také celková analýza výsledků posbíraných vzorků.

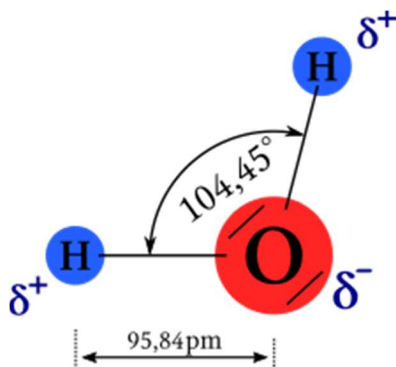
Diplomová práce obsahuje také řešení návrhu vytápění pro komplex administrativních budov. Jedná se o dvojici totožných objektů, které budou vytápěny jedním zdrojem tepla. Výpočtová část zahrnuje analýzu objektu, výpočet tepelných ztrát, návrh otopného systému s použitím aktivace betonového jádra a dále přípravu teplé vody. Projekt je v závěru řešen ve dvou variantách s ohledem na zdroj tepla. První varianta počítá s kondenzačním kotlem s nerezovým výměníkem, zatímco druhá varianta nabízí kotel s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku. Jednotlivým variantám pak odpovídá i návrh zabezpečovacích zařízení a úpravy vody. Záměrem tohoto návrhu bylo ověření, zda lze systém aktivace betonového jádra navrhnout primárně jako systém vytápění pro tento typ objektu.

Součástí práce je i výkresová dokumentace, která se skládá z půdorysů jednotlivých podlaží, rozvinutého schématu otopné soustavy, půdorysů kotelny v obou variantách a také schémata zapojení kotelny.

A. TEORETICKÁ ČÁST

1. Voda

Voda – látka, bez níž by život na Zemi nebyl možný. Většinu povrchu naší planety pokrývají oceány, ve kterých se skrývá více než 90 % celkové zásoby světové vody, zatímco zbylá část je obsažena v ledoch, spodní a povrchové vodě. Chemické označení vody je H_2O , jde tedy o sloučeninu dvou atomů vodíku a jednoho atomu kyslíku.



Obr.1 Molekula vody

Toto rozložení atomů vytváří tzv. dipól, tj. jeden pól molekuly má jiný náboj než druhý (viz obr.1¹). Díky tomu je molekula vody na sebe schopna vázat jiné částice, nejčastěji ionty kovů.² Jedná se o poměrně silné rozpouštědlo. Některé látky se ve vodě rozpadají na kationty a anionty (tzn. disociují).

Voda obohacená hydrogenuhličitany se nazývá tvrdá voda. Varem se tvrdost ztrácí, protože hydrogenuhličitan přechází zpět na normální uhličitán. Tento proces probíhá i v přírodě, ale vlivem běžných teplot velmi zvolna.

Při rozpouštění solí může voda oddělit jejich ionty, a to tak, že kolem kationtu vytvoří jakýsi ochranný obal svých molekul a zabrání jeho kontaktu s aniontem. V nepatrné míře to dokáže i sama i se svojí molekulou, a tedy ionizuje sama sebe. Z 55 milionů molekul vody se to povede jediné a vznikne dvojice kationtu H^+ a aniontu OH^- .³ Tímto způsobem pak vznikají oxoniové kationty H_3O^+ , které způsobují kyselost roztoku. Naopak hydroxylové anionty OH^- způsobují zásaditost (dříve louhovitost). Pokud se ale v množství 55 milionů molekul vody nachází více než jedna taková dvojice iontů, nastává proces neutralizace a tyto ionty se slučují opět na vodu. Jednou z nejslabších kyselin je kyselina uhličitá, která má souvislost s tvrdostí vody.

Běžně se nesetkáme s chemicky čistou vodou, vždy totiž obsahuje různé jiné látky. Některé se v ní rozpouštějí, jiné jsou v ní obsaženy jako nerozpouštěné molekuly. Voda odpařená z oceánů prochází

¹ Voda. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-09-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>

² Staněk, J. NA KAŽDÉM KROKU CHEMIE. Praha: Práce, 1977. str.32.

³ Staněk, J. NA KAŽDÉM KROKU CHEMIE. Praha: Práce, 1977. str.38.

atmosférou, po dopadu na zem přechází buď přes půdu do podzemních zásob, nebo stéká do povrchových toků. Po celou tuto cestu přijímá další látky, ovlivňující její kvalitu.

- vodovodní voda bývá tvrdá a má vyšší pH (tzn. je zásaditá)
- dešťová voda se liší podle oblasti, mění se v průběhu roku, může mít nízké pH
- přírodní voda má různé parametry, a to dle místa původu
- destilovaná voda je chemicky čistá
- demineralizovaná nebo deionizovaná voda má minimální tvrdost

1.1. pH vody

V chemicky čisté vodě je koncentrace částic H^+ a OH^- 10^{-14} mol/l, oba ionty jsou zastoupeny rovnoměrně. pH, též vodíkový exponent (angl. *potential of hydrogen*), označuje, zda je vodný roztok zásaditý nebo kyselý. Stupnice pH (viz obr.2 ⁴) nabývá hodnot od 0 do 14 a jedná se o logaritmickou stupnici. Platí:

$$pH = -\log(c_{H_3O^+})$$

resp.

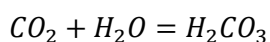
$$pH = -\log(a_{H_3O^+})$$

kde $c_{H_3O^+}$ je koncentrace kationtů

$a_{H_3O^+}$ je aktivita kationtů.

Součin koncentrací kationtů a aniontů vody je za konstantních podmínek konstantní, mluvíme o tzv. iontovém součinu vody. Hodnota $pH < 7$ značí kyseliny, $pH > 7$ znamená zásadu. $pH = 7$ je neutrální, což je případ čisté vody. Pokud ve vodném roztoku roste koncentrace H^+ , pak se pH snižuje a roztok je kyselý. Pokud je ale v roztoku obsažena látka, která reaguje s volnými H^+ a snižuje tak jejich koncentraci, pH se zvyšuje.

Např. kyselina uhličitá vzniká při dešti. Voda rozpouští CO_2 a snižuje se její pH pod neutrální hodnotu, běžně asi tak na 5,5.

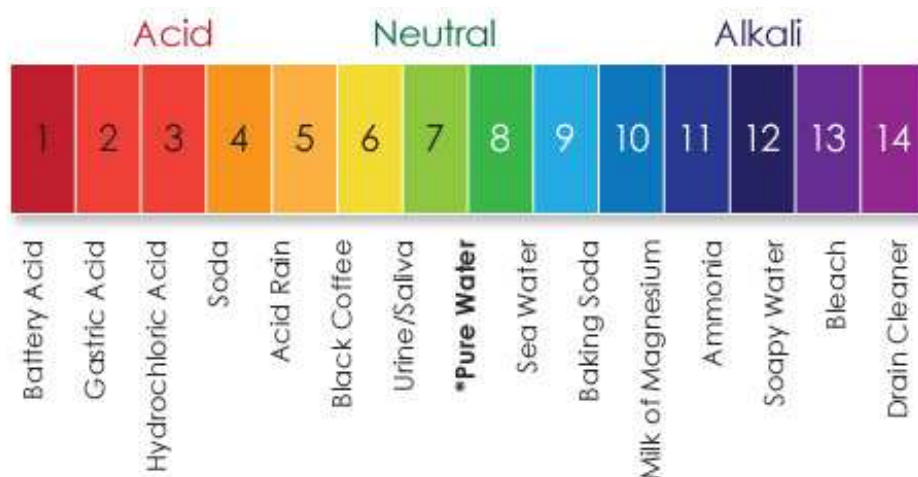


Ještě nižších hodnot pak dosahuje při reakci s oxidem siřitým za vzniku tzv. kyselých dešťů. Dalším působením na zemském povrchu i pod povrchem se voda obohacuje o značné množství rozpuštěných látek, a to zejm. ve vápencových oblastech. Tak vzniká voda s velkou tvrdostí a vysokým pH.

⁴ What is pH? *Water Softeners* [online]. [cit. 2016-09-17]. Dostupné z: <http://www.kwater.com/blog/what-is-ph/>

Pro měření pH roztoku můžeme využít acidobazické indikátory, což jsou organické látky, které mění barvu v závislosti na pH prostředí. Kyselost roztoku pak můžeme určit přidáním takového indikátoru a porovnáním barvy s barevnou škálou. Mezi acidobazické indikátory řadíme lakmus, fenolftalein, methylooranž apod.

Poměrně známý způsob měření je využití lakmusového papírku. Jde ale jen o hrubé měření. Přesnější údaje získáme užitím univerzálního indikátorového papírku. Pro přesné změření pH vodných roztoků se dnes používá potenciometrie, jež využívá skleněnou elektrodu.



Obr.2 Škála pH

1.2. Tvrdost vody

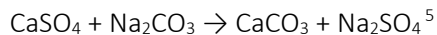
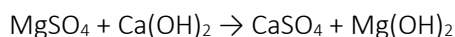
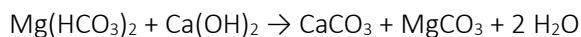
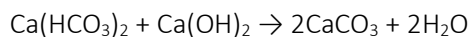
Tvrdost vody není jasně definovaná veličina. Nejčastěji udává koncentraci kationtů vápníku a hořčíku ve vodě, někdy se tak označuje koncentrace dvojmocných kationtů vápníku, hořčíku, stroncia a barya, nebo všech kationtů s nábojem větším než jedna. Koncentrace kationtů vápníku a hořčíku ve vodě převažuje, přičemž na tvrdosti se podílí zejm. vápník (poměr Ca:Mg je ve většině přirozených vod 2:1 až 4:1).

Celkovou tvrdost můžeme rozdělit na přechodnou, tj. uhličitanovou a na stálou.

- přechodnou (karbonátovou) tvrdost vody způsobují rozpustné hydrogenuhličitan, a to především hydrogenuhličitan vápenatý $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ a hydrogenuhličitan hořečnatý $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$; tuto tvrdost vody lze odstranit převařením – dekarbonizací



- stálé tvrdosti vody se však převařením nezbavíme; způsobují ji především sírany, a to síran vápenatý CaSO_4 a síran hořečnatý MgSO_4 . K jejich odstranění používáme srážení působením hydroxidu vápenatého $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a uhličitanu sodného Na_2CO_3 :



Takto se rozpustné hydrogenuhličitany a sírany převedou na méně rozpustné normální uhličitany, a to uhličitán vápenatý a uhličitán hořečnatý, resp. hydroxid hořečnatý.

Hodnotu tvrdosti vody uvádíme v mmol/l nebo tzv. německých stupních tvrdosti (dGH). Jeden německý stupeň odpovídá 10 mg CaO v jednom litru vody. Mezi uvedenými jednotkami je možno přibližně převádět podle vztahu 1 mmol/l = 5,61 dGH. Často se také používají také jednotky jako ppm (parts per milion, odpovídá množství vyjádřenému v mg/l), a to zejména v USA.

Tabulka 1. Stupnice tvrdosti vody

3,9 ° a méně	Zvláště měkká
3,9 - 7 °	Měkká
7 - 14 °	Středně tvrdá
14,1 - 21 °	Tvrdá
21 ° a více	Zvláště tvrdá

Do vody se vápník a hořčík dostávají rozpouštěním některých minerálů, nejčastěji vápence CaCO_3 , dolomitu $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, magnezitu, sádrovce a mnoha dalších. Tyto minerály jsou ve vodě prakticky nerozpustné, rozpouští je však kyselina uhličitá, která vzniká ve vodě výše popsaným způsobem. Příklad rozpouštění vápence:



Při reakci se do vody dostávají samozřejmě nejen kationty Ca^{2+} , ale také anionty. Většina tvrdosti je v přirozených vodách způsobena uhličitany, v menší míře sírany, příp. dalšími látkami – důležité ale je, že pojem „tvrdost“ se týká právě jen kationtů, bez ohledu na to, z jaké sloučeniny pocházejí. Podle množství CO_2 , které závisí na pH, na teplotě a tlaku nebo na vnějším zdroji, dochází buď k rozpouštění vápníku, nebo k jeho zpětnému vysrážení.

⁵ Voda. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-09-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>

Tabulka 2 Převod jednotek tvrdosti

		dH	°e	°fH	ppm	mval/l	mmol/l
německý stupeň	1 dH =	1	1,253	1,78	17,8	0,357	0,1783
anglický stupeň	1 °e =	0,798	1	1,43	14,3	0,285	0,142
francouzský stupeň	1 °fH =	0,560	0,702	1	10	0,2	0,1
ppm CaCO ₃	1 ppm =	0,056	0,07	0,1	1	0,02	0,01
mval/l iontů kovů alkalických zemin	1 mval/l =	2,8	3,51	5	50	1	0,50
mmol/l iontů kovů alkalických zemin	1 mmol/l =	5,6	7,02	10	100	2	1

V přírodě najdeme vodu jak velmi měkkou, tak velmi tvrdou – vše záleží na tom, s jakými minerály přišla voda do styku. Vodovodní voda bývá jen zřídka velmi měkká, spíše je středně až velmi tvrdá.

1.3. Alkalita

Alkalita (angl. *alkalinity*), jinak také kyselinová neutralizační kapacita, je mírou stability pH. Někdy bývá označována také jako pufrční kapacita vody. Čím větší je tento parametr, tím větší má voda schopnost neutralizovat kyselinu, kterou do vody přidáme. Ve vodě s dostatečnou alkalitou je nárůst H⁺ kompenzován neutralizačními reakcemi a pH zůstává neměnné.

Většinu alkality v přirozených vodách způsobují hydrogenuhličitany. Alkalita se podobně jako tvrdost může udávat v německých stupních, nověji pak v miliekvivalentech (meq/l). Vysoká alkalita je spojena s vyšším pH.

1.4. Vodivost

Elektrická vodivost (angl. *elektrical water conductivity*) G je převrácenou hodnotou elektrického odporu R a její jednotkou je Siemens (S). Udává, jak dobře vede látka elektrický proud.⁶

$$G = \frac{1}{R}$$

Měrná elektrická vodivost (angl. *specific electrical water conductivity*), jinak také konduktivita, je fyzikální veličina udávající schopnost látky vést elektrický proud. Tato veličina se značí γ a její jednotkou je S·m⁻¹. Častěji užívané jednotky jsou ale S·cm⁻¹ nebo mS·cm⁻¹. Stejně jako vodivost G lze měrnou elektrickou vodivost vyjádřit jako převrácenou hodnotu rezistivity ρ .

$$\gamma = \frac{1}{\rho}$$

⁶ MACEŠKA, R. Měření vodivosti kapalin. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 73s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.

Vodné roztoky mají vodivost okolo 0,05 $\mu\text{S}/\text{cm}$, naopak vodivost některých zásad může být i 1 S/cm .

Elektrolytická vodivost roztoků je závislá na koncentraci iontů látek rozpuštěných v roztoku. Vodivost je svým způsobem informace o obsahu solí, disociovaných kyselin a zásad. Z hodnoty elektrické vodivosti G lze stanovit měrnou elektrickou vodivost, která je funkcí aktivity a koncentrace rozpuštěných složek, teploty a disociačního stupně. Výsledkem měření vodivosti má být informace o úhrnném obsahu solí, proto je nutné eliminovat její teplotní závislost. Proto přístroje na měření konduktivity přepočítávají aktuální naměřenou hodnotu vodivosti na vodivost, kterou by měl měřený vzorek při referenční teplotě (např. 25 $^{\circ}\text{C}$).⁷

Stupeň disociace je poměr počtu disociovaných molekul k jejich celkovému počtu ve vodném roztoku. Značí se α .

Tabulka 3. Rozdělení elektrolytů

Stupeň disociace (%)	Rozdělení
$\alpha > 30 \%$	silné elektrolyty
$2 \% < \alpha < 30 \%$	středně silné elektrolyty
$\alpha < 2 \%$	slabé elektrolyty

Měrná elektrická vodivost je teplotně závislá, a to hlavně při nízkých teplotách. Tuto závislost lze vyjádřit vztahem:

$$\gamma_{\theta} = \gamma_{\theta_0} \cdot \{1 + \beta_1 \cdot (\theta - \theta_0) + \beta_2 \cdot (\theta - \theta_0)^2\}$$

kde: $\beta_1, \beta_2 \dots$ teplotní koeficienty vodivosti

$\gamma_{\theta}, \gamma_{\theta_0} \dots$ měrné vodivosti při teplotách θ a θ_0

Při menších teplotách lze ale člen druhého řádu zanedbat, protože je bezvýznamný, a závislost se tím podstatně zjednoduší. S rostoucí teplotou θ_0 hodnota koeficientu β_1 rychle klesá.⁸

Běžná otopná soustava je složena minimálně z hliníku a slitin mědi, mosazi, oceli, zinku a slitin obsažených v armaturách, plastů a těsnících materiálů. Různé elektrochemické potenciály kovů v soustavě umožňují vznik chemických článků. Čím vyšší je elektrická vodivost oběhové vody, tím je iontový tok intenzivnější a rozpuštění méně ušlechtilých kovů intenzivnější. Zvyšující se vodivost

⁷ Broncová, Krondák, Člupek. In-situ měření pH, vodivosti a kyslíku ve štolě Josef. VŠCHT.

⁸ MACEŠKA, R. Měření vodivosti kapalin. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 73s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.

podporuje pohyb iontů kovů v soustavě, čím více různých kovů se v soustavě vyskytuje a čím větší je vodivost, tím větší je pravděpodobnost různých nepředvídaných reakcí v soustavě.⁹

2. Měření kvality vody

2.1. Měření pH

Měření hodnoty pH je jedním z nejčastějších chemických měření. Je důležité v mnoha oborech, např. chovu ryb, potravinářství, pH má vliv na korozi konstrukčních materiálů a na mnohé biologické jevy. Nejčastěji se pro měření pH v odborné praxi užívá potenciometrie se skleněnou elektrodou, popř. s vodíkovou elektrodou.

Nejběžnější skleněná elektroda měří pH od 2 do 10 a nelze ji použít zejména pro měření kyselých roztoků obsahujících fluoridy, kdy je z fluoridu vytěsňována slabá kyselina fluorovodíková, která napadá měřící skleněnou membránu. Je-li potřeba měřit extrémnější pH, lze použít skleněnou elektrodu se speciálním sklem, která má rozsah posunutý do jedné z extrémních oblastí. Klasická konstrukce kombinované skleněné elektrody (samostatná skleněná a měrná elektroda dnes již není obvyklá) zahrnuje kromě membrány celoskleněné tělo obsahující svodovou a referenční argentschloridovou elektrodu. Takovéto uspořádání je vhodné pro laboratoř, kdy je vidět dovnitř elektrody, lze snadno indikovat případné poškození a elektroda je výborně omyvatelná. Nevýhodou je omezená mechanická pevnost elektrody a citlivost obou argentschloridových elektrod vůči UV záření. Pro měření mimo laboratoř se používají elektrody s plastovým tělem, které mají ze skla jen aktivní membránu, která je navíc mechanicky chráněna. Místo plnicího roztoku se používá gel, který umožňuje měření v jiné než svislé poloze, kdy se u klasické konstrukce k membráně může dostat bublinka vzduchu.¹⁰

Na elektrodě se ustaluje potenciál daný Nernstovou rovnicí (někdy také Nerstovou-Petersovou rovnicí). Ta definuje vztah mezi potenciálem kovové elektrody a aktivitou jejích iontů v roztoku u jejího povrchu. Při potenciometrii se měří rozdíl potenciálu měrné a referenční elektrody. Na elektrodový systém pH elektrody má velký vliv teplota, proto je prováděna kompenzace vlivu teploty na elektrodu, a tím i změnu měření pH.

⁹ Technické podklady. Wolf

¹⁰ Broncová, Krondák, Člupek. In-situ měření pH, vodivosti a kyslíku ve štolě Josef. VŠCHT.

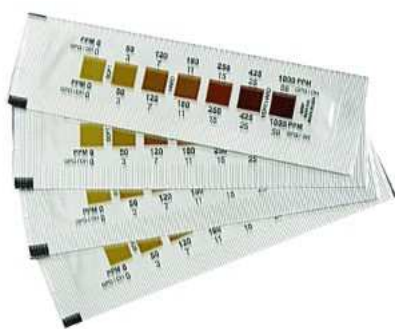
2.2. Měření tvrdosti

Jak již bylo výše zmíněno, tvrdost vody je důsledkem obsahu iontů zejm. Ca^+ a Mg^+ . Měření tvrdosti je možné několika způsoby, od jednoduchých testů používaných v akvaristice, až po přesnější testy prováděné v laboratořích titrací.

Jedním z jednodušších orientačních testů je tzv. GH test (někdy označovaný jako „celkový test tvrdosti“). Do vody se dle pokynů přidá určité množství činidel a pak se po kapkách přidává 10%-ní roztok šťavelanu amonného. Kapky počítáme až do změny zbarvení. Přesnost těchto testů je běžně 0,5 dGH. Z výsledku tohoto testu ale neurčíme podíly jednotlivých iontů Ca^+ a Mg^+ .

Testem na principu titrace je např. test s roztokem Chelatonu III, uhličitanu hořečnatého, čpavku a chloridu amonného. Pak se titrací na eriochromovou čerň stanoví celková tvrdost.¹¹ Dalším typem testu využívající titraci jsou tzv. koniometrické testy.

Nejjednodušším testem je využití testovacích pásek na tvrdost vody (viz obr.¹²). Jde o velice dostupné testery, které měří vápníkovou tvrdost. Testovací pásek se na okamžik (v rámci několika sekund) ponoří do vody, pak se setře přebytečná voda a pásek se po několika minutách zbarví do určitého odstínu. Ten srovnáme s přiloženou stupnicí na obalu testeru a velmi rychle tak určíme přibližnou tvrdost vody.



Obr. 3 Pásky pro měření tvrdosti vody

2.3. Měření vodivosti

Měření vodivosti, obecně nazývané konduktometrie, se provádí pomocí elektrod ve vodivostní nádobce (viz obr.¹³). Elektrodami prochází střídavý elektrický proud. Konduktometrickou nádobu lze také znázornit jako náhradní elektrický obvod, kde R je ohmický odpor nádoby a C je kapacita mezi elektrodami. Průchod vodivostní nádobou je pak dán impedancí Z (Ω):

¹¹ <http://www.zmekceni-vody.cz>

¹² <http://www.zmekceni-vody.cz>

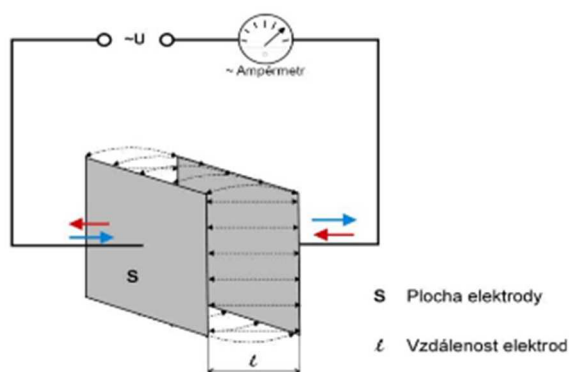
¹³ Broncová, Krondák, Člupek. In-situ měření pH, vodivosti a kyslíku ve štolě Josef. VŠCHT.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

kde X_C je kapacitní reaktance.

Pro měření není vhodné používat stejnosměrný proud, protože by pak docházelo k elektrolýze a ta by měnila chemické vlastnosti v měřeném roztoku. Také elektrody se musí vyrábět z odolných materiálů, jinak by na nich docházelo ke korozi. Nejčastěji se vyrábějí např. z korozivzdorné oceli, grafitu, apod.

Na vodivosti měřeného roztoku také záleží, jak daleko od sebe budou při měření umístěny elektrody a jak velkou budou mít plochu. Pokud má měřený roztok malou vodivost, je třeba elektrod o větší ploše, které jsou umístěny relativně blízko u sebe. Při konstantním proudu je pak zapotřebí menšího napětí, které vybudí elektrický proud.¹⁴ Pro roztoky s vysokou vodivostí se používají elektrody s malým povrchem a jsou proto velmi citlivé na polarizaci elektrod, která způsobuje chyby při měření.



Obr. 4 Schéma měření vodivosti

Parametrem elektrod, který je potřeba při měření zohlednit, je tzv. konstanta snímače Θ (cm^{-1}). Konstanta udává vztah mezi vodivostí G a měrnou vodivostí γ , závisí také na velikosti elektrod a jejich vzdálenosti. Nejde ale spočítat numericky jen z geometrických rozměrů a vzdálenosti. U každého snímače se tak musí konstanta určit experimentálně. K tomu se užívá roztoku o přesně známé vodivosti (nejčastěji jde o roztok chloridu draselného KCl).

Snímače můžeme rozdělit na:

- kontaktní – dvuelektrodové
 – čtyřelektrodové
- bezkontaktní – induktivní (viz obr.5¹⁵)

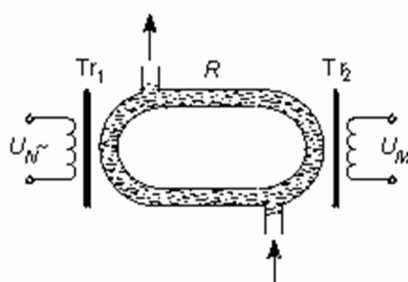
¹⁴ MACEŠKA, R. Měření vodivosti kapalin. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 73s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.

¹⁵ MACEŠKA, R. Měření vodivosti kapalin. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 73s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.

– kapacitní

U kontaktních snímačů se elektrody ponoří přímo do roztoku. Po sepnutí elektrického napětí začne roztokem procházet proud. Toto množství je závislé nejen na vodivosti roztoku, ale také na konstantě snímače, materiálu elektrod a frekvenci napájecího napětí.

Na elektrodách bezkontaktních snímačů se neprojevují polarizační jevy, neboť tyto elektrody nepřicházejí s měřeným roztokem do kontaktu. U induktivního snímače vodivosti je kapalina uvnitř závitu mezi dvěma transformátory. Tento závit je vyroben z izolační trubky a měřená kapalina jím proudí.



Obr. 5 Schéma induktivního snímače vodivosti

Výhodou tohoto způsobu měření je, že nemusíme z roztoku odstraňovat nečistoty, které by u kontaktních systémů způsobovaly pokrytí elektrod vodivým povlakem.

Obecně se dá říci, že kontaktní konduktometry jsou levnější a častěji používané v laboratorních podmínkách. Vyžadují však náročnou údržbu. V praxi, resp. v průmyslu je více využíváno bezkontaktních měřičů vodivosti. Tato elektronická zařízení jsou sice dražší a komplikovanější, jsou ale také spolehlivější.



Obr. 6 Měřič vodivosti LWT



Obr. 7 Měřič vodivosti, TDS, obsahu soli a teploty Extech

Některé z těchto přístrojů dokáží měřit také parametr TDS – zcela rozpuštěné pevné látky (angl. *total dissolved solids*). Udává kvalitu vody a její celkové znečištění bez další podrobné specifikace. Tato hodnota se využívá zejm. ve vodohospodářství. Pro kompletní určení TDS je ale třeba provést úplný rozbor vzorku.

3. Kvalita otopné vody

Problematika otopné vody je dosti rozsáhlá a souvisí nejen s chemickým složením vody, ale i s chemickým složením výměníku, prvků celé otopné soustavy a provozními teplotami při provozu kotle, popř. kotlů v kaskádě. V mnoha případech, kdy dopouštíme soustavu normální pitnou vodou, není potřeba žádná úprava. Pokud by ale voda nesplňovala dané požadavky, mohly by nastat problémy s kotlem či otopnou soustavou. Hlídané vlastnosti otopné vody byly popsány v předchozích kapitolách. Pokud některá z hlídaných hodnot neodpovídá požadovaným parametrům, je nutno přistoupit k úpravě otopné vody. V takovém případě je třeba topnou soustavu, před tím, než je naplněna a uvedena do provozu, důkladně propláchnout. Propláchnutím se systém zbaví zbytků po vlastní práci na soustavě (např. zbytky po svařování, těsnícího materiálu, apod.). Při proplachování soustavy mohou být použity i čisticí prostředky, přičemž proplachování se provádí před připojením kotle. Výrobci kotlů si tyto skutečnosti hlídají a v případě nedodržení uvedených zásad či překročení předepsaných hraničních hodnot mohou zamítnout uznání záruky zařízení.¹⁶

Pokud se jedná o stávající otopnou soustavu, do které je zapojován nový kotel, je dobré celý systém propláchnout a ověřit kvalitu vody. Propláchnutí a kontrolu kvality vody provádí odborné firmy. Nečistoty lze vypláchnout jen dostatečným proudem vody, proto se systém neproplachuje celý najednou, ale postupuje se po částech.

Faktory, které mají nejčastěji vliv na kvalitu topné vody, jsou kyslík, vápenaté usazeniny, bahénko, kyselost a další látky jako chloridy a minerály. Pro stanovení kvality dané otopné vody se měří kyselost, tvrdost, vodivost, obsah chloridů, obsah železa a oxidů železa. Kyslík a jiné látky se do systému můžou dostávat při častém dopouštění vody. Aby se zabránilo nekontrolovanému dopouštění vody, umísťuje se do dopouštěcího systému vodoměr a jeho stav se musí pravidelně zaznamenávat. Kyslík se ale do systému může dostávat i v případě, že byly použity materiály, které nejsou odolné proti difúzi kyslíku.

Kvalita topné vody má vliv na:

- životnost jednotlivých prvků v topném systému: Nedodržení kvality topné vody může snížit životnost kotle či otopných těles až o 75 %. Výrobci jednotlivých komponent navíc vyžadují doložení kvality topné vody jako podmínku pro uznání záruky.

¹⁶ Technické podklady Bergen

- účinnost: Vlivem usazování oxidů, vodního a kotelního kamene se snižuje účinnost předání tepla a zvyšuje spotřeba paliva.¹⁷
- zvýšené náklady na obsluhu, z důvodu častého čištění a údržby
- zvýšení poruchovosti systému: Usazování kalů, zanášení regulačních radiátorových ventilů, zvyšování hydraulického odporu ventilů, rychlé opotřebení čerpadel ad. má za následek poruchy vytápění s tím spojené. Častým jevem je např. zanešení termoregulačních ventilů, v důsledku čehož přestane otopné těleso topit.

3.1. Základní pojmy

plnicí voda – voda použitá k prvnímu naplnění soustavy po technologickém proplachu. Objem plnicí vody představuje u nových soustav celý objem soustavy, u opravovaných a rekonstruovaných soustav nemusí být vypuštěn celý objem, pak je objem plnicí vody nižší.

doplňovací voda – voda používaná k nahrazení ztrát oběhové vody způsobené úniky během provozu

oběhová (topná) voda – voda, která po prvním zátoku a zahřátí soustavy na provozní teplotu slouží jako teponosné médium otopného systému

surová voda – voda nejčastěji z městského rozvodu pitné vody bez jakýchkoli úprav. Surová voda může být i studniční, povrchová, popř. voda z vodního toku.

3.2. Požadavky na kvalitu otopné vody

Požadavky na složení oběhové a doplňovací vody jsou stanoveny výrobcí kotlů v souladu s platnými předpisy a normami, s přihlédnutím k výkonu zdroje, složení zdroje, objemu soustavy a materiálového složení soustavy. Níže jsou uvedeny příklady požadavků na otopnou vodu v závislosti na materiálu výměníku. Pro představu jsou předloženy požadavky od několika různých výrobců. Pokud si výrobce nestanoví požadavky na topnou vodu, platí požadavky normy ČSN 07 7401. Tyto požadavky nelze ale aplikovat na kotle s výměníky z hliníkových slitin.

- **výměníky ze slitiny hliníku¹⁸ - výrobce Bergen**

Kyselost (neupravená voda)	7 – 9 pH		
Kyselost (upravená voda)	7 – 8,5 pH V		
Vodivost	≤ 800 μS/cm (při 25°C)		
Chloridy	≤ 150 mg/l		
Ostatní látky	≤ 1 mg/l		
Tvrdost			
Celkový instalovaný výkon kW	Maximální celková tvrdost topné vody a doplňovací vody*		
	mmol/l	°dH	°f
≤ 70	0,1 – 3,5	0,5 – 20	1 – 35
70 - 200	0,1 – 2,0	0,5 – 11,2	1 – 20
200 – 550	0,1 – 1,5	0,5 – 8,4	1 – 15
> 550	0,1 – 0,5	0,5 – 2,8	1 – 5

Pozn.: Pro soustavy s trvale vysokými teplotami s maximálním výkonem do 200 kW, platí maximální celková tvrdost 8,4°dH (1,5 mmol/l, 15°f). Pro soustavy s trvale vysokými teplotami s maximálním výkonem nad 200 kW, platí maximální celková tvrdost 2,8°dH (0,5 mmol/l, 5°f).

Obr. 8 Požadavky na topnou vodu – hliníkové výměníky

¹⁷ <http://www.topimechtyre.cz/kvalita-topne-vody.html>

¹⁸ Tab.3 – Technické podklady Bergen

- nerezové výměníky¹⁹ - výrobce Bergen

* Max. objem dopouštění za rok je 5 % objemu topného systému.

** Do max. celkového objemu vody 6 litrů na kW celkového výkonu. Při větších objemech vody platí maximální celková tvrdost do 8,4 °dH.

Kyselost (neupravená voda)	7 – 9 pH
Kyselost (upravená voda)	7 – 8,5 pH
Vodivost	≤ 800 μS/cm (při 25°C)
Chloridy	≤ 150 mg/l
Ostatní látky	< 1 mg/l
Tvrdost	
Maximální celková tvrdost topné vody a doplňovací vody*	
Celkový instalovaný výkon kW	mmol/l
≤ 70	0,1 – 2,0**
> 70	0,1 – 0,5
	°dH
	0,5 – 11,2**
	0,5 – 2,8
	‰
	1 – 20**
	1 – 5

Pozn.: Pro soustavy s trvale vysokými teplotami platí maximální celková tvrdost 28°dH (0,5 mmol/l, 5‰).

Obr. 9 Požadavky na topnou vodu - nerezové výměníky

- výměníky ze slitiny hliníku a křemíku – výrobce Wolf

Mezní hodnoty v závislosti na měrném objemu soustavy VA

VA = celkový objem soustavy / výkon nejmenšího z kotlů.

Přepočet tvrdosti: 1 mmol.l⁻¹ = 5,6°dH

	celkový výkon zdroje	VA ≤ 10l.kW ⁻¹			10l.kW ⁻¹ < VA < 40l.kW ⁻¹			VA ≥ 40l.kW ⁻¹		
		①			②			③		
		celková tvrdost	vodivost	pH	celková tvrdost	vodivost	pH	celková tvrdost	vodivost	pH
	[kW]	[°dH]	[μS.cm ⁻¹]		[°dH]	[μS.cm ⁻¹]		[°dH]	[μS.cm ⁻¹]	
1	< 50	2 – 16,8	60 – 500	7,9 – 8,5	2 – 11,2	60 – 300	7,9 – 8,5	2 – 3	60 – 100	7,9 – 8,5
2	51 – 200	2 – 11,2	60 – 300	7,9 – 8,5	2 – 8,4	60 – 200	7,9 – 8,5	2 – 3	60 – 100	7,9 – 8,5
3	201 – 600	2 – 8,4	60 – 200	7,9 – 8,5	2 – 3	60 – 100	7,9 – 8,5	2 – 3	60 – 100	7,9 – 8,5
4	> 600	2 – 3	60 – 100	7,9 – 8,5	2 – 3	60 – 100	7,9 – 8,5	2 – 3	60 – 100	7,9 – 8,5

* pro ohřívání vody s cirkulací (<0,3 l.kW⁻¹) a systémy s elektrickým ohřevem

Obr. 10 Požadavky na topnou vodu - hliníkové výměníky

- požadavky v normě ČSN 07 7401 Voda a pára pro tepelná energetická zařízení²⁰

Tabulka 4 Požadavky normy ČSN 07 7401

Doplňovací voda	
Tvrdost	> 0,03 mmol/l
Koncentrace Fe a Mn	0,3 mg/l
Oběhová voda	
pH (při 25 °C)	8,5
rozpuštěný Na ₃ PO ₄ měřený jako P ₂ O ₅	5 – 15 mg/l

¹⁹ Tab.4 – Technické podklady Bergen

²⁰ ČSN 07 7401: Voda a pára pro tepelná energetická zařízení s pracovním tlakem páry do 8 MPa. 1992.

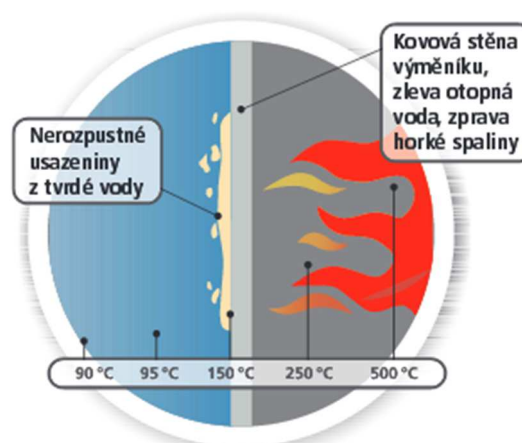
přebytek siřičitanu sodného Na_2SO_3	10 – 40 mg/l
zjevná alkalita $\text{KNK}_{8,3}$	0,5 – 1,5 mmol/l

Jednou z hlavních příčin problémů při uvádění do provozu a následném provozu otopných soustav je množství kyslíku obsaženého v otopné vodě. Kyslík v otopné vodě je totiž příčinou koroze materiálu. Z tohoto důvodu se dnes již téměř vůbec nepoužívají otevřené expanzní nádoby, kudy se vzduch do otopné soustavy dostával. Problémy ale mohou nastat už při napouštění soustavy před uvedením do provozu. Důsledkem je, že čerpadlo nemůže vytvořit požadovaný přetlak a dochází k podprůtokům, regulační a vyvažovací armatury neplní svoji funkci, atd.

Mnoho otopných soustav je napouštěno vodou, která obsahuje velké množství plynů. Většina soustav se napouští vodou z vodovodu, která obsahuje průměrně 18 – 22 ml/l rozpuštěných plynů (z toho cca 14,3 ml/l N_2 a 7,8 ml/l O_2).²¹ Do soustav se umísťují odvzdušňovací ventily, a to buď na nejvýše umístěná tělesa, nebo na konci stoupacích potrubí. Tyto odvzdušňovací ventily mohou být i automatické. Pokud napouštíme soustavu, která doposud obsahovala jen vzduch, vodou, pak tato voda vzduch stlačuje a dochází k nárůstu tlaku působícího na vodní hladinu a vzduch, který nemá kam uniknout, se rozpouští ve vodě. Toto je způsobeno nedostatečnou odfukovací kapacitou odvzdušňovacích ventilů. V takovém případě může být voda nasycena plyny až na hodnotu 40 – 60 ml/l.

Pokud napouštíme soustavu vodou z vodovodního řádu, kde je přetlak např. 5 bar, dochází během napouštění k poklesu tohoto tlaku na tlak atmosférický. Tím dojde v podstatě k procesu odplynování vody. Pokud má tento plyn kudy odcházet a soustava je napouštěna správně, dostaneme se na hodnotu rozpuštěných plynů ve vodě < 25 ml/l.

Tvrdost vody při napouštění by neměla být nižší než 0,5 °dH, protože měkká voda už je pro otopný systém nevhodná. Nežádoucí vlastností tvrdé vody je to, že se z ní vylučují nerozpustné vápenaté a hořečnaté uhličitany, které vznikají chemickou reakcí z rozpustných oxidů.²² Tento proces je urychlován teplotou, proto nejvíce usazenin vzniká v kotli. Proto je někdy také potřeba čistit samotný kotel, a to v případě, že je zanesen vápenatými usazeninami nebo napečenými nečistotami. Zanášením výměníku



Obr. 11 Vrstva vápence na výměníku

²¹ <http://vytapani.tzb-info.cz/provoz-a-udrzba-vytapani/6522-nedostatky-pri-napousteni-a-odvzdušnovani-soustav>

²² <http://www.topin.cz/download.php?idx=85679&di=7>

kotle se snižuje přestup tepla do otopné vody, tím pádem se zhoršuje i účinnost samotného kotle. Vápenec vede teplo zhruba stokrát méně než ocel a až dvěstěkrát méně než hliník.²³ Na stěně výměníku se ale vápenec neusazuje jako jednolitý povlak, ale tvoří vrstvu s dutinkami. Tím je přenos tepla ještě více zhoršen, neboť teplo musí překonávat více vrstev s různými parametry.

Hodnoty tvrdosti vody ve vodovodu, stejně jako další parametry, lze najít u jednotlivých vodárenských společností, které tyto údaje dávají uživatelům k dispozici např. na internetových stránkách.

Tabulka 5 Některé parametry vodovodní vody v obci Velké Opatovice - měřeno dne 23.3.2015²⁴

Parametr	Hodnota	Limit	Jednotka
Počty kolonií 22	75	max. 200	KTJ/ml
Hořčík	13,2		mg/l
Elektrická konduktivita	49,5	max. 125	mS/m
pH	7,8	6,5 – 9,5	
Vápník	92		mg/l
Železo	< 0,05	max. 0,2	mg/l
Tvrdost	2,85		mmol/l

4. Úprava topné vody

Pokud je používán některý z prostředků úpravy vody, je nutné se ujistit, že je vhodný pro všechny materiály použité v otopné soustavě. U kotlen do 100 kW není vyloženě nutné pořizovat katexové úpravní vody, které stojí řádově 20 až 35 tisíc Kč, ale pak je nutné hlídat kvalitu vody jinak. U kotlen s výkonem nad 100 kW se pak v podstatě vždy vyplatí pořídit minimálně poloautomatický katexový filtr a soupravu pro dávkování chemikálií.

Aby byla trvale dodržena kvalita topné vody, je zapotřebí odstranit tvrdost doplňovací vody (a to jak při uvedení systému do provozu, tak při následném dopouštění), také ji chemicky upravit a provádět pravidelné kontroly otopné vody. Do doplňovací vody se dávkuje chemikálie, které brání korozi, tvorbě a usazování oxidů a chemickému působení odplynění vody.

Při prvním plnění je možné použít úpravnu vody, ale v takovém případě je potřebná dostatečná kapacita takové úpravní. Takové řešení zvyšuje investiční náklady a v dalším provozu je úpravna

²³ <http://www.topin.cz/download.php?idx=85679&di=7>

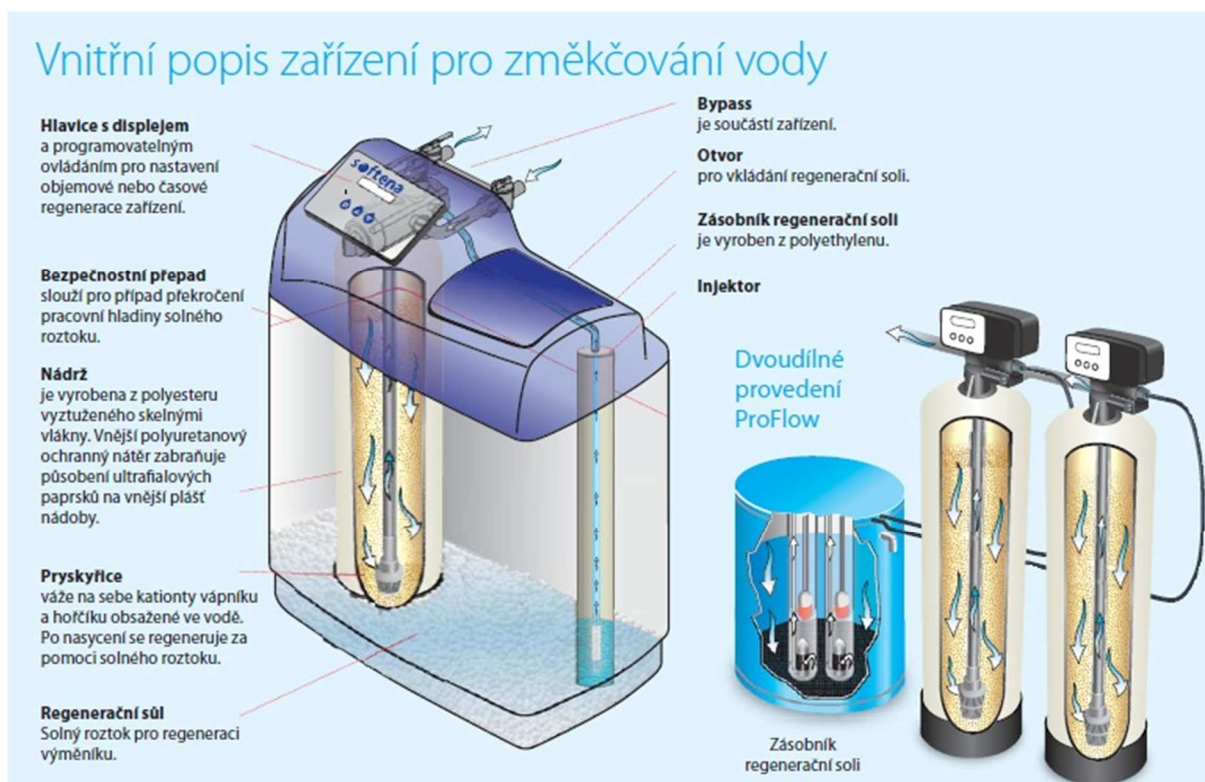
²⁴ <http://www.vodarenska.cz/>

využívána minimálně. Výhodnější je plnění soustavy upravenou vodou nakoupenou s již upravenými parametry.

4.1. Úprava tvrdosti

Principem změkčování vody je chemický proces, při kterém jsou kationty vápníku a hořčíku vázány na pryskyřici výměnou za sodík. Koncentrace kationtů se může takto snížit až na 1 % původní hodnoty.²⁵ Tato pryskyřice se musí opakovaně regenerovat pomocí regenerační soli, protože časem dochází po nasycení ke ztrátě schopnosti změkčovat vodu. Sůl odstraní z pryskyřice vápník a hořčík a opětovně je nahradí sodíkem. Regenerace je prováděna automaticky, řízena je elektronickou jednotkou. Regenerace se spouští buď po daném protečeném objemu, nebo po nastaveném časovém intervalu. Pro odstranění tvrdosti se užívá filtr s katexovou pryskyřicí.

Existuje několik druhů úpravy tvrdosti vody, některé mají nízkou spotřebu soli a jejich provoz je plně automatický a bezúdržbový.²⁶



Obr. 12 Úpravna vody

²⁵ <http://www.asio.cz/cz/snizeni-tvrdosti-vody>

²⁶ <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/7765-katexove-upravny-pitne-vody-pro-domaci-vyuziti>

4.2. Návrh úpravny vody

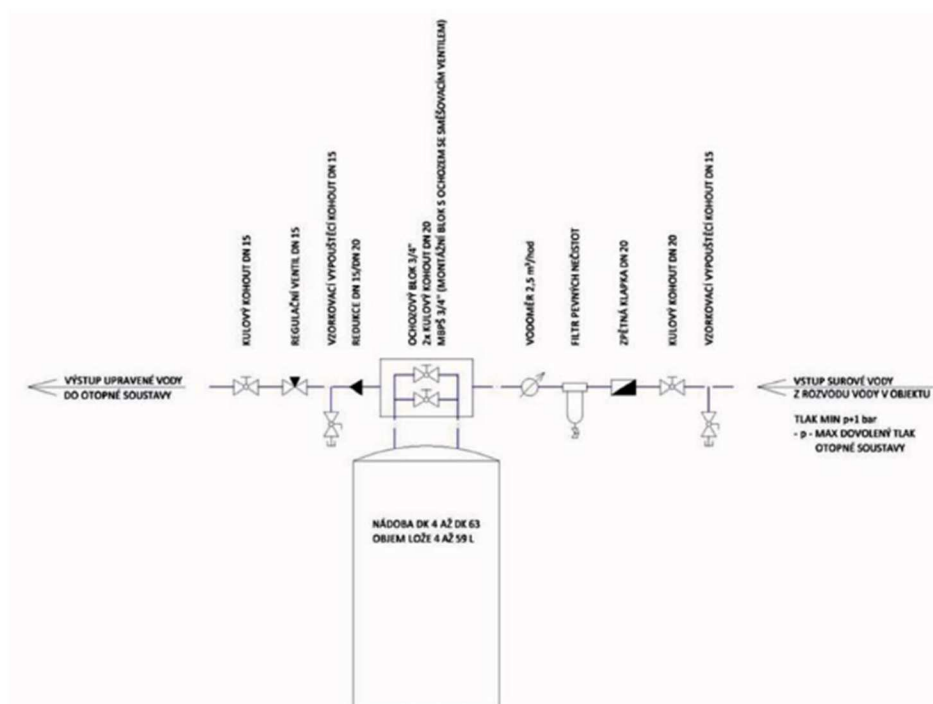
Prvním krokem při návrhu úpravny vody pro otopnou soustavu je určení potřebného množství doplňované vody, tedy určení kapacity úpravny. Pro toto stanovení je třeba znát skutečný objem soustavy. Ten se zjišťuje přesně, a to podle obsahu vody v kotli, dimenzí potrubí, objemů otopných těles, atd. Pokud ale není u soustavy přesný objem topné vody znám, lze použít předpoklad 25násobku osazeného výkonu zdroje (u některých rozsáhlejších soustav je možné použít i větší číslo). Např. u soustavy se zdrojem 100 kW předpokládáme objem 2500 litrů. Odhad objemu soustavy můžeme provést i podle osazené funkční expanzní nádoby. Jednorázové denní doplňované množství u běžně provozované soustavy by nemělo přesáhnout 1 % objemu. 3 % objemu už lze považovat za havárii. 3 % objemu soustavy je maximum pro měsíční provoz. Během životnosti zdroje se nesmí vyměnit více než trojnásobek objemu soustavy.²⁷

V dalším návrhu je třeba určit, jak budou jednotlivé parametry topné vody upravovány. Vychází se z faktického složení vstupní vody, které poskytne buď vodárenská společnost, nebo jde o výstup měření odborné firmy.

Pro odstranění pevných nečistot se osazují mechanické filtry s dostatečně jemným sítem (ale voda z městského vodovodu běžně neobsahuje pevné nečistoty). Pro zajištění požadované tvrdosti vody je třeba stanovit kapacitu změkčovacího lože. Tuto kapacitu určí buď projektant výpočtem, nebo se tato úloha zadá dodavateli úpravny. Pro úpravu měrné vodivosti se užívá iontového lože.

²⁷ Technické podklady. Wolf

Rychlost výměny iontů je omezena, při vysokém průtoku filtrem není výměna iontů dokonalá a filtr neplní správně svoji funkci.²⁸ Proto se na vstupu surové vody instaluje škrtící armatura a průtok se upravuje na cca 2 - 5 l/min pro každý litr filtrační náplně. Přívod surové vody musí být navíc oddělen od rozvodu otopné vody (dle ČSN EN 1717), pro menší soustavy stačí osadit těsnou gravitační zpětnou klapku. Voda v topném systému je kapalina rizikové třídy č. 4 a podle ČSN EN 1717 musí být od řádu pitné vody oddělena bezpečnostní armaturou.²⁹ Doplněvanou vodu je dobré přivádět do soustavy do výstupu otopné vody za kotel, nebo až za hydraulický oddělovač. V takovém případě se doplňovaná voda smísí s otopnou vodou při průchodu soustavou. Pokud by se voda přiváděla do systému před kotlem,



Obr. 13 Možné schéma úpravy vody

existovalo by riziko, že se tvrdost vysráží hned při průchodu kotlem při plném výkonu. Současně je takto zdroj tepla chráněn před případným teplotním šokem. Na výstupu upravené vody z úpravy je třeba umístit vzorkovací armaturu pro odběr vzorku na kontrolu. Pomocí vodoměru doplňované vody se určuje životnost náplně.

Doplňovací automaty se projektují s ohledem na objem soustavy. Hlídnají překročení doplňovacího času nebo objemu v daném čase. Nedoporučuje se doplňování na základě měření tlakové difference, protože způsobuje únik pojistnými ventily a následné soustavné doplňování.

²⁸ Technické podklady. Wolf

²⁹ Technické podklady. Wolf

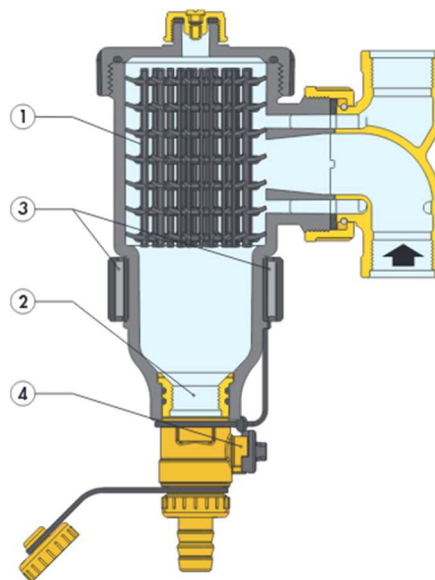
4.3. Filtry

Do topných uzavřených okruhů je třeba instalovat filtry, odlučovače nečistot, protože v soustavě obíhají drobné nečistoty, zrnka písku, rzi a jiných pevných částic. Filtr se umísťuje na zpětné potrubí, do snadno přístupných míst kvůli obsluze. Kromě běžně používaných filtrů (např. IVAR) jsou na trhu nabízeny i speciální cyklonové filtry s magnetem. Ty se vyznačují dobrou filtrací železitých nečistot.

Tyto speciální filtry vybavené magnetem umožňují odvětrání zařízení a také vypouštění kalu ze dna filtru. Mají poměrně objemné komory pro akumulaci nečistot, takže pojmu větší množství nečistot a jejich čištění není tak časté. Navíc je komora umístěna v takové vzdálenosti od spojek, že nedochází k víření již zachycených nečistot. Výkon těchto filtrů je v čase konstantní, na rozdíl od běžných filtrů, které se ucpou zachycenými kaly, což ovlivní jejich funkční vlastnosti.³⁰



Obr. 14 Filtr IVAR



Obr. 15 Kompozitní odlučovač nečistot s magnetem. Caleffi

5. Výměníky ve zdrojích tepla

Většina výrobců (např. Viessmann, Protherm, Vailant, ...) dnes používá výměníky z nerezové oceli, na které se vztahují běžné požadavky na kvalitu topné vody a její úprava je proto snadno řešitelná. Někteří jiní výrobci (např. Wolf, Junkers, Buderus, ...) ale osazují výměníky z hliníkových slitin. Materiálem může být např. AlSi, slitina hliníku a křemíku. Důvodem je lepší tepelná vodivost materiálu, čímž je dosaženo o něco lepší účinnosti kotle. Na druhou stranu jsou ale hliníkové slitiny mnohem více náchylné na kvalitu topné vody, tím pádem i náklady na její úpravu jsou vyšší, než je tomu u kotlů s nerezovými výměníky.

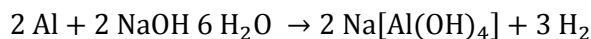
5.1. Hliníkové výměníky

Hliník je po kyslíku (45,5 %) a křemíku (25,7 %) nejrozšířenější prvek v zemské kůře (8,3 %).³¹ Čistý hliník má standardní elektroodový potenciál E° v rozmezí -2,5 až -1,0 V, což ho řadí mezi neušlechtilé kovy. Díky záporným hodnotám E° reaguje s vodou a kyslíkem za vzniku nerozpustných produktů, které brání dalšímu rozpouštění kovu, v jehož důsledku pak dochází k tzv. pasivaci. Hliník je také amfoterní, tzn., že

³⁰ www.thermona.cz

³¹ Studijní opory. Stavební chemie – Degradace stavebních materiálů a chemie kovů.

se rozpouští jak v kyselinách, tak v zásadách. Elementární hliník se rozpouští při pH 10,5 za vzniku vodíku a tetrahydroxouhličitanu sodného, a to dle rovnice:



I přes jeho velkou chemickou reakční schopnost se chová jako korozně stálý v důsledku ochranného účinku oxidické vrstvy. Pro zlepšení některých vlastností hliníku se používá legování, což je vnášení jiných kovů do struktury hliníku a vytváření slitin. Nejčastěji se používá měď, mangan, křemík, hořčík nebo zinek s hořčíkem. Dobrá korozní odolnost hliníku a jeho slitin se uplatňuje hlavně v atmosférických podmínkách.

Hliník a jeho slitiny mají řadu výhod, navíc je dobře dostupný a proto má široké praktické využití. Mezi hlavní přednosti patří malá hustota ($\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$), tedy i hmotnost, zdravotní nezávadnost, dobrá elektrická a tepelná vodivost a snadná obrobitelnost.

Důležitou věcí, kterou je třeba zmínit, je koroze. Jedna z mnoha definic udává, že příčinou koroze jsou samovolně probíhající děje mezi materiálem a prostředím. Termodynamickým principem koroze je termodynamická nestálost kovů v různých prostředích spojená s jejich přechodem do stálějšího stavu za vzniku zplodin.³² Příkladem aplikace termodynamických výpočtů koroze jsou tzv. diagramy potenciál – pH dle Pourbaixa. Tento diagram je pak rozdělen na 3, resp. 4 oblasti: oblast imunity, oblast pasivity a oblasti aktivity. Z diagramu pak jasně vyplývá, za jakých podmínek hliník odolává korozi.

Jak už bylo výše zmíněno, hliník se pro výrobu kotlových výměníků používá pro jeho skvělou tepelnou vodivost. Má součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 221 \text{ W/mK}$, což je víc jak čtyřikrát více než ocel (0,2 % C).³³ Pro kotlové výměníky se používá slitina hliníku s křemíkem. Výrobci nabízí výměníky s povrchovou úpravou.

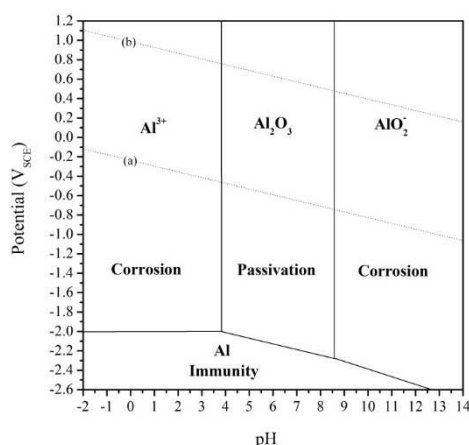


Obr. 16 Kondenzační kotel Wolf s hliníkovým výměníkem

³² Diplomová práce. Pavel Skýba. VUT FSI.

³³ <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/37-hodnoty-fyzikalnich-velicin-vybranych-kovu>

Kotle s hliníkovými výměníky nabízí např. Wolf, Viadrus, nebo Buderus.



Obr. 17 Ukázka diagramu potenciál-pH pro hliník

5.2. Nerezové výměníky

Výměníky z nerezové oceli jsou těžší než výměníky ze slitin hliníku, protože hustota oceli p dosahuje hodnot kolem $7\,850\text{ kg/m}^3$ (v malé závislosti na procentuálním obsahu uhlíku C). Součinitel tepelné vodivosti λ je přibližně 50 W/mK . Tepelná vodivost nerezové oceli je sice mnohem menší než je tomu v případě hliníku, mnozí výrobci ale dál upřednostňují vyšší odolnost a menší náročnost na údržbu v případě nerezových výměníků.

Nerezová ocel je slitinou několika kovů, kde důležitou roli hraje chrom, nikl a molybden.³⁴ Na povrchu nerezové oceli se vytváří tzv. pasivní vrstva, která brání oxidaci a udržuje povrch výrobku stále stejný. Ve vodním prostředí vzniká koroze vlivem látek rozpuštěných ve vodě a nevhodným pH prostředím.

Přesto je ocel mnohem odolnější proti chemické a elektrochemické korozi než hliník a nemá proto tak přísné požadavky na kvalitu topné vody. Hodnoty těchto parametrů jsou uvedeny výše. I když je pasivita nerezové oceli vůči celkové korozi velká v mnoha prostředích, lze se setkat v různých specifických prostředích se vznikem lokálních druhů koroze. Mluvíme o tzv. bodové, štěrbinové korozi, korozi za napětí a galvanické korozi. Většina těchto případů se ale týká spíš konstrukční oceli.

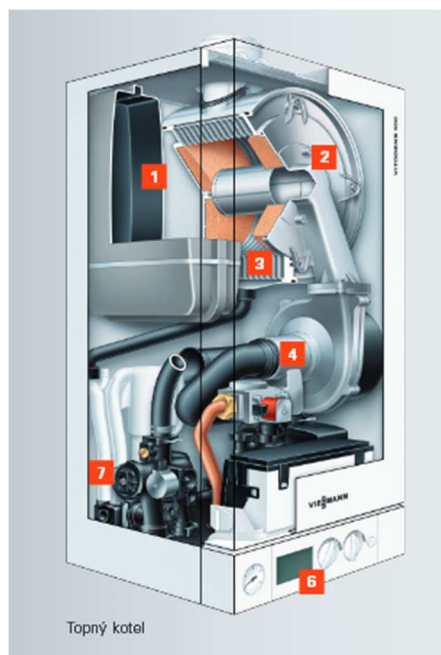
V řádně nainstalovaných a provozovaných uzavřených topných zařízeních zpravidla ke korozi nedochází.³⁵ V otopných soustavách s nerezovými výměníky tepla by se neměly používat chemické antikorozní prostředky. Při použití plastového potrubí to ale většina výrobců potrubí doporučuje. Pak je možné takové antikorozní prostředky použít, je ale nutné je pořídit ve specializovaných topenářských

³⁴ <http://www.fasteners-cz.cz/koroze-nerezove-oceli-a-jak-se-ji-efektivne-branit>

³⁵ Technické podklady. Viessmann.

obchodech a zkontrolovat jejich použití s odborníkem. Tyto prostředky totiž musí být schváleny pro kotle s ohřevem pitné vody pomocí jednostěnných výměníků tepla.

Výše už byl zmíněn případ difúze kyslíku přes stěny plastového potrubí. V topných zařízeních s plastovými trubkami netěsnými vůči pronikání kyslíku do soustavy se musí provést oddělení systému. Pro tento účel někteří výrobci nabízejí samostatné výměníky tepla.



Obr. 18 Zdroj tepla s nerezovým výměníkem Viessmann.³⁶ Nerezový výměník – 3.

6. Závěr

Kromě dvou zmíněných materiálů výměníku se lze v praxi setkat i s dalšími typy. Jde o zejm. starší typy zdrojů tepla s výměníky z oceli a litiny. Tyto typy kotlů byly dříve zcela běžné a kvalitu otopné vody pro tato zařízení specifikovala norma ČSN 07 7401 Voda a pára pro tepelná energetická zařízení s pracovním tlakem páry do 8 MPa. Tato norma je staršího data a jí udané hodnoty lze použít pro kotle litinové a ocelové. Určuje závazné hodnoty pro tvrdost, obsah kyslíku, pH (při 25 °C), obsah oleje, SiO₂ a vodivost (při 25 °C). Hodnoty doporučené se pak vztahují k obsahu veškerého CO₂, železa, mědi, oxidovatelnosti a obsahu suspendovaných látek. Zdroje tepla jsou v této normě rozděleny dle výkonu do čtyř kategorií od 0,15 do 8,0 MPa.

³⁶ Technické podklady. Viessmann.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

1. Analýza objektu

Řešený komplex se nachází v lokalitě Brno – Řečkovice, v nadmořské výšce 300 m n. m. Jedná se o komplex dvou administrativních budov, propojených navíc ve 3NP spojovacím mostkem. Obě budovy jsou totožné, a tudíž se tento projekt zabývá podrobně pouze jednou budovou, v jejímž suterénu je umístěna kotelna zajišťující dodávku tepla pro oba objekty.

Budova má skeletovou železobetonovou konstrukci, obvodové stěny jsou z tvárnic POROTHERM 40 Profi, přičemž i bez zateplení vyhovují požadavkům normy ČSN 73 0540 – 2. Střecha objektu je plochá, zateplená značnou vrstvou tepelné izolace. Částečně podsklepený objekt má 3 nadzemní podlaží, většina oken je neotevíratelných s vnějším stíněním. U sklepních prostor jsou navrženy anglické dvorky.

Otopná soustava je teplovodní s nuceným oběhem vody a teplotním rozdílem na kotlovém okruhu 75/50 °C. Systém vytápění je řešen aktivací betonového jádra (TABS), doplněné o přídavná otopná tělesa, včetně elektrického topného tělesa v koupelně v 1NP. Systém TABS pokrývá plně potřebu na vytápění, v létě slouží k částečnému pokrytí výkonu na chlazení. V topném období je teplota v systému TABS 28/23 °C, v otopných tělesech je teplotní rozdíl 55/45 °C. Ostatní technologická zařízení jsou navržena na teplotní rozdíl 75/55 °C. Systém TABS je rozdělen na východní a západní větev, tudíž může být dodatečně nastaven s časovým posunem s ohledem na rozložení tepelných zisků budovy. Venkovní návrhová teplota je -12 °C. V letním období bude kotel odstaven a zásobníkové ohřívače budou nabíjeny elektrickým topným tělesem.

Větrání objektu je nucené s využitím zpětného získávání tepla. Hlavní rozvody jsou vedeny v podhledu na chodbách, do okolních místností vedou pouze výustky a v zimním období je do nich přiváděn vzduch o teplotě 21 °C.

2. Výpočet tepelného výkonu

2.1. Výpočet a hodnocení součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla bylo provedeno dle normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov. Součinitel prostupu tepla je roven převrácené hodnotě celkového tepelného odporu konstrukce.

$$U = 1/R_T [W/m^2 \cdot K]$$

kde U součinitel prostupu tepla

R_T celkový tepelný odpor konstrukce [$m^2 \cdot K/W$]

Celkový tepelný odpor zahrnuje tepelné odpory jednotlivých vrstev konstrukce a odpor při přestupu tepla na vnitřní a vnější straně.

$$R_T = R_{si} + R_j + R_{se} [m^2 \cdot K/W]$$

kde R_{si} odpor při přestupu tepla na vnitřní straně

R_{se} odpor při přestupu tepla na vnější straně

R tepelný odpor jedné vrstvy

Hodnoty tepelných odporů při přestupu tepla na vnitřní a vnější straně závisí na umístění konstrukce a směru tepelného toku a jejich hodnoty jsou uvedeny v normě ČSN 73 0540 – 3.

Výpočet tepelného odporu jednotlivých vrstev je pak proveden dle vztahu

$$R_j = d_j/\lambda_j [m^2 \cdot K/W]$$

kde d tloušťka vrstvy [m]

λ součinitel tepelné vodivosti [$W/m \cdot K$]

Normové hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí udává ČSN 73 0540 – 2. Požadované U_N i doporučené hodnoty U_{rec} jsou v normě uvedeny pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně.

Svislé konstrukce

S1 - Obvodová stěna 400mm

	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)			
1 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	$R_{si} =$	0,130	m ² K/W
2 - POROTHERM 40 Profi	0,400	0,114	3,509	$R_{se} =$	0,040	m ² K/W
3 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	$R_T =$	3,713	m ² K/W
				U =	0,269	W/m²K
$U_{N,20} / U_{N,req} = 0,30 / 0,20$						

S2 - Obvodová stěna (sklepní) 500mm

1 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	$R_{si} =$	0,130	m ² K/W
2 - POROTHERM 40	0,400	0,155	2,581	$R_{se} =$	0,000	m ² K/W
3- EPS tepelná izolace	0,100	0,044	2,273	$R_T =$	5,020	m ² K/W
4- asfaltový pás	0,004	0,200	0,020	U =	0,199	W/m²K
$U_{N,20} / U_{N,req} = 0,85 / 0,60$						

S3 - Obvodová stěna 580mm

1 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	$R_{si} =$	0,130	m ² K/W
2 - železobeton	0,500	1,580	0,316	$R_{se} =$	0,000	m ² K/W
3 - EPS tepelná izolace	0,080	0,044	1,818	$R_T =$	2,282	m ² K/W
4 - asfaltový pás	0,004	0,200	0,020	U =	0,438	W/m²K
$U_{N,20} / U_{N,req} = 0,85 / 0,60$						

VS1 - Vnitřní stěna 250mm

1 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	$R_{si} =$	0,130	m ² K/W
2 - POROTHERM 24 Profi	0,240	0,280	0,857	$R_{si} =$	0,130	m ² K/W
3 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	$R_T =$	1,151	m ² K/W
				U =	0,869	W/m²K
$U_{N,20} / U_{N,req} = 1,30 / 0,90$						

PR1 - Příčka 150mm

1 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	$R_{si} =$	0,130	m ² K/W
2 - POROTHERM 14 Profi	0,140	0,260	0,538	$R_{si} =$	0,130	m ² K/W
3 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	$R_T =$	0,833	m ² K/W
				U =	1,201	W/m²K
$U_{N,20} / U_{N,req} = 2,70 / 1,80$						

PR2 - Příčka 125mm

1 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	$R_{si} =$	0,130	m ² K/W
2 - POROTHERM 11,5 Profi	0,115	0,260	0,442	$R_{si} =$	0,130	m ² K/W
3 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	$R_T =$	0,736	m ² K/W
				U =	1,358	W/m²K
$U_{N,20} / U_{N,req} = 2,70 / 1,80$						

PR3 - Příčka 2x115mm se vzduchovou mezerou

1 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017			
2 - POROTHERM 11,5 Profi	0,115	0,260	0,442	$R_{si} =$	0,130	m^2K/W
3 - vzduchová mezera	0,110			$R_{si} =$	0,130	m^2K/W
4 - POROTHERM 11,5 Profi	0,115	0,260	0,442	$R_T =$	1,032	m^2K/W
5 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	U =	0,969	W/m²K

$$U_{N,20} / U_{N,req} = 2,70 / 1,80$$

Vodorovné konstrukce

ST1 - Stropní konstrukce nad suterénem

	d (m)	λ (W/mK)	R (m^2K/W)			
1 - keramická dlažba	0,010	1,010	0,010			
2 - beton	0,030	1,230	0,024	$R_{si} =$	0,170	m^2K/W
3 - hydroizolace LDPE	0,001	0,200	0,005	$R_{si} =$	0,170	m^2K/W
4 - železobetonová konstrukce	0,300	1,580	0,190	$R_T =$	0,586	m^2K/W
5 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	U =	1,706	W/m²K

$$U_{N,20} / U_{N,req} = 2,20 / 1,45$$

ST2 - Stropní konstrukce nad suterénem

1 - PVC	0,002	0,200	0,010			
2 - beton	0,030	1,230	0,024	$R_{si} =$	0,170	m^2K/W
3 - hydroizolace LDPE	0,001	0,200	0,005	$R_{si} =$	0,170	m^2K/W
4 - železobetonová konstrukce	0,300	1,580	0,190	$R_T =$	0,586	m^2K/W
5 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	U =	1,706	W/m²K

$$U_{N,20} / U_{N,req} = 2,20 / 1,45$$

ST3 - Stropní konstrukce nad 1NP

1 - keramická dlažba	0,010	1,010	0,010			
2 - beton	0,030	1,230	0,024	$R_{si} =$	0,170	m^2K/W
3 - hydroizolace LDPE	0,001	0,200	0,005	$R_{si} =$	0,170	m^2K/W
4 - železobetonová konstrukce	0,300	1,580	0,190	$R_T =$	0,586	m^2K/W
5 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	U =	1,706	W/m²K

$$U_{N,20} / U_{N,req} = 2,20 / 1,45$$

ST4 - Stropní konstrukce nad 1NP

1 - PVC	0,002	0,200	0,010			
2 - beton	0,030	1,230	0,024	$R_{si} =$	0,170	m^2K/W
3 - hydroizolace LDPE	0,001	0,200	0,005	$R_{si} =$	0,170	m^2K/W
4 - železobetonová konstrukce	0,300	1,580	0,190	$R_T =$	0,586	m^2K/W
5 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	U =	1,706	W/m²K

$$U_{N,20} / U_{N,req} = 2,20 / 1,45$$

STR - Střešní konstrukce

1 - hydroizolace PVC - P	0,002	0,200	0,009			
2 - EPS tepelná izolace	0,410	0,037	11,081	$R_{si} =$	0,100	m^2K/W
3 - hydroizolace Glastek 40 Mineral	0,004	0,200	0,020	$R_{si} =$	0,040	m^2K/W
4 - železobetonová konstrukce	0,250	1,580	0,158	$R_T =$	11,425	m^2K/W
5 - omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	U =	0,088	W/m^2K

$$U_{N,20} / U_{N,req} = 0,24 / 0,16$$

ZEM1 - podlaha na zemině ve sklepě

1 - keramická dlažba	0,010	1,010	0,010			
2 - cementový potěr	0,100	1,160	0,086			
3 - hydroizolace LDPE	0,001	0,200	0,005	$R_{si} =$	0,170	m^2K/W
4 - tepelná izolace Isover TDPT	0,085	0,033	2,576	$R_{se} =$	0,000	m^2K/W
5 - betonová mazanina	0,100	1,230	0,081	$R_T =$	3,009	m^2K/W
6 - podkladní beton	0,100	1,230	0,081	U =	0,332	W/m^2K

$$U_{N,20} / U_{N,req} = 0,85 / 0,60$$

ZEM2 - podlaha na zemině v 1NP

1 - keramická dlažba	0,010	1,010	0,010			
2 - cementový potěr	0,030	1,160	0,026			
3 - železobetonová konstrukce	0,300	1,230	0,244	$R_{si} =$	0,170	m^2K/W
4 - tepelná izolace Isover TDPT	0,100	0,033	3,030	$R_{se} =$	0,000	m^2K/W
5 - hydroizolace LDPE	0,001	0,200	0,005	$R_T =$	3,566	m^2K/W
6 - podkladní beton	0,100	1,230	0,081	U =	0,280	W/m^2K

$$U_{N,20} / U_{N,req} = 0,45 / 0,30$$

Výplně otvorů

O1 velkopl. okna HF 210 Home Pure

$$U_w = 0,900 \quad W/m^2K$$

$$U_{N,20} / U_{N,req} = 1,50 / 1,20$$

O2 hliníková okna VPO

$$U_w = 1,200 \quad W/m^2K$$

$$U_{N,20} / U_{N,req} = 1,50 / 1,20$$

O3 plastová okna ACO

$$U_w = 2,900 \quad W/m^2K$$

$$U_{N,20} / U_{N,req} = 3,50 / 2,30$$

D1 hliníkové vstupní dveře VPO

$$U_d = 1,100 \quad W/m^2K$$

$$U_{N,20} / U_{N,req} = 1,70 / 1,20$$

D2 interiérové dveře

$$U_d = 2,000 \quad W/m^2K$$

O4 interiérová okna

$$U_w = 3,900 \quad W/m^2K$$

Přehled konstrukcí

Tabulka 6 Přehled použitých konstrukcí

Ozn.	Popis konstrukce	$U_{N,20}$ (W/m ² K)	U (W/m ² K)
S1	Obvodová stěna 400 mm	0,30	0,269
S2	Obvodová sklepní stěna 500 mm	0,85	0,199
S3	Obvodová stěna 580 mm	0,85	0,438
VS1	Vnitřní stěna 250 mm	1,30	0,869
PR1	Příčka 150 mm	2,70	1,201
PR2	Příčka 125 mm	2,70	1,358
PR3	Příčka 2x 115 mm	2,70	0,969
ST1	Strop 240 mm nad suterénem	0,75	1,706
ST2	Strop 240 mm nad suterénem	0,75	1,706
ST3	Strop 240 mm nad 1NP	2,20	1,706
ST4	Strop 240 mm nad 1NP	2,20	1,706
STR	Střešní konstrukce	0,24	0,088
ZEM1	Podlaha na zemině v 1PP	0,85	0,332
ZEM2	Podlaha na zemině v 1NP	0,45	0,280
O1	Okno velkoplošné	1,50	0,900
O2	Okno otvíravé hliníkové	1,50	1,200
O3	Okno sklepní	3,50	2,900
O4	Okno interiérové		3,900
D1	Dveře vstupní	1,70	1,100
D2	Dveře interiérové		2,000

2.2. Výpočet tepelných ztrát objektu

Tepelné ztráty jednotlivých místností byly stanoveny dle ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru se skládá z tepelné ztráty prostupem a tepelné ztráty větráním vytápěného prostoru.

$$\Phi_j = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} [W]$$

kde Φ_T návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru

Φ_V návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru

Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla Φ_T

$$\Phi_{T,j} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) [W]$$

kde $H_{T,ie}$ součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy [W/K]

$H_{T,iue}$ součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostorem [W/K]

$H_{T,ig}$ součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy z vytápěného prostoru [W/K]

$H_{T,ij}$ součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na jinou teplotu [W/K]

$\theta_{int,i}$ výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru [°C]

θ_e výpočtová venkovní teplota [°C]

Jednotlivé součinitele tepelných ztrát se počítají dle následujících postupů. Pro výpočet součinitele tepelné ztráty prostupem do venkovního prostředí lze využít zjednodušené metody pro stanovení lineárních tepelných ztrát.

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot (U_k + \Delta U_{tb}) \cdot e_k [W/K]$$

kde A plocha stavební části [m²]

U součinitel prostupu tepla stavební části [W/m²·K]

ΔU_{tb} korekční součinitel [W/m²·K]

e korekční činitel

Součinitel tepelné ztráty nevytápěným prostupem se stanovuje, je-li mezi vytápěným prostorem a venkovním prostředím nevytápěný prostor.

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_u [W]$$

kde b_u teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl prostorů

Další potřebná součást výpočtu je součinitel tepelné ztráty do přilehlé zeminy. Tepelné ztráty do přilehlé zeminy závisí na více činitelích – ploše a obvodu podlahové desky, hloubce podzemního podlaží pod úrovní zeminy a tepelných vlastnostech zeminy. Podrobnosti výpočtu, potřebné tabulky a parametry jsou popsány v normě.

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w \quad [W]$$

kde f_{g1} korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty (použito 1,450)
 f_{g2} teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou teplotou a výpočtovou venkovní teplotou

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

U_{equiv} ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební části stanovený dle typologie podlahy
 G_w korekční činitel zohledňující vliv spodní vody; tento vliv se musí uvažovat, je-li vzdálenost mezi předpokládanou vodní hladinou spodní vody a úrovní podlahy podzemního podlaží menší než 1 m (použito 1,0)

Posledním členem tohoto výpočtu je součinitel tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů při různých teplotách.

$$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j} \quad [W]$$

kde $f_{i,j}$ redukční teplotní činitel, který koriguje teplotní rozdíl mezi teplotou sousedního prostoru a venkovní výpočtové teploty

$$f_{i,j} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{int,diff}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

Návrhová tepelná ztráta větráním Φ_v

$$\Phi_{V,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W]$$

kde H_v součinitel návrhové tepelné ztráty větráním, který se spočte jako

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho \cdot c_p, \text{ což lze za určitých předpokladů zjednodušit na } H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i \quad [W/K]$$

kde V_i výměna vzduchu v prostoru [m^3/h]
 ρ hustota vzduchu při $\theta_{int,i}$
 c_p měrná tepelná kapacita vzduchu při $\theta_{int,i}$

Výpočet výměny vzduchu se liší podle toho, zda je v prostoru uvažováno přirozené či nucené větrání. Ve výpočtu bylo použito pouze nucené větrání, protože v objektu je uvažována vzduchotechnika. Přiváděný větrací vzduch navíc nemá stejnou teplotu jako vzduch venkovní, neboť v objektu bude použito zpětné získávání tepla (ZZT), a proto je počítáno s teplotním redukčním činitelem zohledňující rozdíl teplot přiváděného vzduchu a výpočtové venkovní teploty.

$$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech,inf,i} \quad [m^3/h]$$

kde V_{inf} množství vzduchu infiltrací ve vytápěné místnosti [m^3/h]
 V_{su} množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti [m^3/h]

$V_{\text{mech,inf}}$ rozdíl množství mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem z vytápěné místnosti [m³/h] (užito 0,0)

f_v teplotní redukční součinitel

$$f_{v,i} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{su},i}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}$$

θ_{su} teplota přiváděného vzduchu do místnosti (navrženo 21,0 °C)

Minimální množství vzduchu se požaduje z hygienických důvodů. Minimální množství vzduchu se stanovuje dle následujícího vztahu

$$V_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \cdot V_i \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

kde n_{min} minimální intenzita výměny venkovního vzduchu [h⁻¹], která se stanoví v národní příloze k normě ČSN EN 12831

Na infiltraci obvodovým pláštěm má vliv vítr a účinek vztaku na plášť budovy. Množství vzduchu infiltrací se určí jako

$$V_{\text{inf},i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$$

kde n_{50} intenzita výměny vzduchu za hodinu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějším budovy a zahrnující účinky přívodu vzduchu [h⁻¹] (užito 1,0 – jedná se o velmi utěsněná okna a dveře v jiném než bytovém domě)

e stínící činitel (užito 0,0, popř. 0,02; místnosti jsou buď s žádnou, nebo jednou nechráněnou otvorovou výplní)

ε výškový korekční činitel (užito 1,0)

Ve výpočtech tepelných ztrát jednotlivých místností byly zanedbány ztráty do zeminy a do sklepních prostor, a to z důvodu umístění systému aktivace betonového jádra do této konstrukce. Stejně tak je tomu v případě konstrukce stropu nad 2NP.

2.3. Přehled tepelných ztrát objektu

Tabulka 7 Přehled tepelných ztrát objektu

Ozn.	Místnost	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem (W)	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním (W)	Celkový tepelný výkon (W)
0.01	chodba + schodiště	556,91	924,52	1 481,43
0.02	kotelna	161,10	354,57	515,67
0.03	strojovna	229,52	619,10	848,62
1.01	hlavní chodba	-488,46	-155,28	-643,75
1.02	pracovna	452,49	-17,00	435,49
1.03	pracovna	181,07	-17,00	164,07
1.04	šatna	-39,89	9,75	-30,13
1.05	umývárna	303,81	122,40	426,21
1.06	šatna	67,28	0,00	67,28
1.07	WC	114,24	-17,00	97,24
1.08	sklad	-66,92	0,00	-66,92
1.09	pracovna	373,07	-34,00	339,07
1.10	pracovna	232,77	-17,00	215,77
1.11	pracovna	350,51	-51,00	299,51
1.12	pracovna	274,39	-34,00	240,39
1.13	pracovna	229,63	-17,00	212,63
1.14	pracovna	283,67	-34,00	249,67
1.15	pracovna	281,30	-17,00	264,30
1.16	pracovna	276,39	-34,00	242,39
1.17	pracovna	510,15	-23,83	486,32
1.18	archiv	-131,20	0,00	-131,20
1.19	pracovna	276,39	-34,00	242,39
1.20	pracovna	516,69	-22,18	494,51
1.21	zasedací místnost	962,03	-170,00	792,03
1.22	schodiště	-	-	
1.23	umývárna	-31,01	-122,40	-153,41
1.24	WC	-47,33	-102,00	-149,33
1.25	umývárna	159,84	-61,20	98,64
1.26	WC	-5,54	-102,00	-107,54
1.27	WC	-42,67	-102,00	-144,67
2.01	chodba	-350,38	-478,13	-828,51
2.02	pracovna	403,82	-34,00	369,82
2.03	sklad kanc. potřeb	43,34	22,44	65,78
2.04	technická místnost	56,55	0,00	56,55
2.05	pracovna	466,19	-34,00	432,19
2.06	pracovna	264,37	-17,00	247,37
2.07	pracovna	350,51	-51,00	299,51

2.08	pracovna	253,36	-34,00	219,36
2.09	pracovna	253,36	-34,00	219,36
2.10	pracovna	285,41	-34,00	251,41
2.11	pracovna	282,40	-17,00	265,40
2.12	zasedací místnost	768,65	-114,15	654,50
2.13	WC	129,17	-27,20	101,97
2.14	archiv	-153,51	0,00	-153,51
2.15	pracovna	276,39	-34,00	242,39
2.16	pracovna	482,60	11,45	494,05
2.17	pracovna	525,76	-68,00	457,76
2.18	pracovna	285,86	-34,00	251,86
2.19	kuchyňka	404,40	-10,20	394,20
2.20	WC	-100,04	-30,12	-130,17
2.21	WC	1,74	-22,95	-21,21
3.01	chodba	221,36	-510,00	-288,64
3.02	pracovna	393,12	-34,00	359,12
3.03	sklad	155,14	22,44	177,58
3.04	technická místnost	98,36	0,00	98,36
3.05	pracovna	440,76	-34,00	406,76
3.06	pracovna	344,66	-17,00	327,66
3.07	pracovna	475,22	-51,00	424,22
3.08	pracovna	327,99	-34,00	293,99
3.09	pracovna	327,99	-34,00	293,99
3.10	pracovna	376,55	-34,00	342,55
3.11	pracovna	372,05	-17,00	355,05
3.12	zasedací místnost	951,47	-114,15	837,32
3.13	WC	113,26	-27,20	86,06
3.14	spisovna	-139,31	0,00	-139,31
3.15	pracovna	368,34	-34,00	334,34
3.16	pracovna	575,74	11,45	587,19
3.17	pracovna	707,44	-68,00	639,44
3.18	pracovna	383,05	-34,00	349,05
3.19	kuchyňka	370,14	-10,20	359,94
3.20	WC	-84,92	-214,20	-299,12
3.21	WC	13,66	-163,20	-149,54
				19 442,45

Podrobný výpočet tepelných ztrát je obsahem Přílohy 1.

2.4. Tepelný výkon pro vzduchotechniku

V řešeném objektu je navrženo nucené větrání s využitím zpětného získávání tepla. Do všech místností bez rozdílu je navržena přívodní teplota vzduchu 21 °C, tzn., že tepelné ztráty objektu jsou v otopném období částečně pokryty vzduchotechnikou. V rámci projektu byla vzduchotechnika řešena pouze okrajově, byl ale stanoven potřebný výkon pro tepelný výměník ve vzduchotechnické jednotce.

Celkový objemový průtok V: $2,07 \text{ m}^3/\text{s} = 7\,450 \text{ m}^3/\text{h}$

Hustota vzduchu ρ : $1,29 \text{ kg}/\text{m}^3$

Měrná tepelná kapacita c: $1,01 \text{ kJ}/\text{kg}\cdot\text{K}$

Účinnost ZZT η_{ZZT} : 55 %

$$\eta_{ZZT} = \frac{\theta_{\text{výstup},ZZT} - \theta_e}{\theta_{\text{int}} - \theta_e} \quad [-]$$

$$\theta_{\text{výstup},ZZT} = \eta_{ZZT} \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_e) + \theta_e = 0,55 \cdot (21 + 12) - 12 = 6,15 \text{ }^\circ\text{C}$$

Vzduch tedy opouští jednotku zpětného získávání tepla o teplotě 6,15 °C, tedy výsledný rozdíl teplot $\Delta T = 14,85 \text{ K}$. Výkon dodávaný výměníku tepla VZT se určí jako

$$Q = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T = 2,07 \cdot 1,29 \cdot 1,01 \cdot 14,85 = 40,05 \text{ kW}$$

3. Hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla

Průměrný součinitel tepla byl zpracován dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.

Identifikační údaje

Druh stavby	Administrativní budova
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Brno - Řečkovice 621 00
Provozovatel	

Charakteristika budovy

Objem budovy V (m ³)	6147,81
Celková plocha A (m ²)	2505,40
Objemový faktor budovy A/V	0,41
Převažující vnitřní teplota v otopném období Θ_{im}	18,9°C
Vnější návrhová teplota v zimním období Θ_e	-12°C

Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha A (m ²)	Součinitel prostupu tepla UN (W/m ² K)	Redukční činitel b	Měrná tepelná ztráta H _T (W/K)	Plocha A (m ²)	Součinitel prostupu tepla U (W/m ² K)	Redukční činitel b	Měrná tepelná ztráta H _T (W/K)
S1	867,88	0,2	1,00	173,6	867,88	0,269	1,00	233,5
S2	62,50	0,6	0,13	4,7	62,50	0,199	0,13	1,6
S2'	24,14	0,5	0,13	1,5	24,14	0,199	0,13	0,6
S3	112,10	0,6	0,13	8,5	112,10	0,438	0,13	6,2
S3'	42,60	0,5	0,13	2,7	42,60	0,438	0,13	2,4
O1	253,26	1,2	1,00	303,9	253,26	0,900	1,00	227,9
O2	19,44	1,2	1,00	23,3	19,44	1,200	1,00	23,3
O3	0,60	2,3	1,00	1,4	0,60	2,900	1,00	1,7
D1	9,24	1,2	1,00	11,1	9,24	1,100	1,00	10,2
ZEM1	163,78	0,3	0,61	30,1	163,78	0,332	0,61	33,3
ZEM2	369,97	0,6	0,61	135,8	369,97	0,280	0,61	63,4
STR	533,75	0,16	1,00	85,4	533,75	0,088	1,00	47,0
Celkem	2505,40			794,8	2505,40			659,8
Tepelné vazby		0,02		50,1		0,05		125,3
Celkem H _T				844,9				785,1

Průměrný součinitel prostupu tepla	$U_{em,N20,R} = \Sigma(U_{Ni} \times A_i \times b_i) / \Sigma A_i + 0,02$		$U_{em,N20,R}$	0,337	U_{em}	0,313
			$U_{em,rec}$	0,253		
Klasifikační třída obálky budovy	$U_{em}/ U_{em,rq}$	0,929	Třída		C	

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikace ukazatele CI pro hranice klasifikačních tříd	U _{em} [W/m ² ·K] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	0,50	$0,5 \cdot U_{em}$	0,169
B	0,75	$0,75 \cdot U_{em}$	0,283
C	1,00	$1,0 \cdot U_{em}$	0,337
D	1,50	$1,5 \cdot U_{em}$	0,506
E	2,00	$2,0 \cdot U_{em}$	0,674
F	2,50	$2,5 \cdot U_{em}$	0,843
G	> 2,50	$> 2,5 \cdot U_{em}$	> 0,843

Klasifikace: C – Úsporná

Datum vystavení: 3. 11. 2016

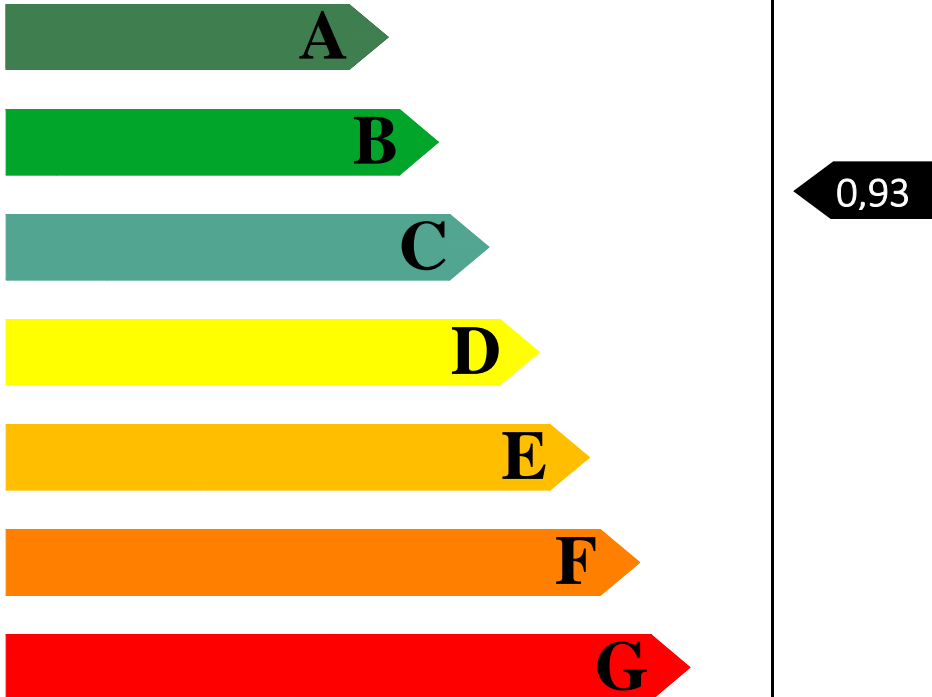








Zpracovatel: Tereza Snášelová

Zpracoval:

Podpis:

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a EN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Administrativní budova				Hodnocení obálky		
Brno - Řečkovice				budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 1580 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná					
0,5						
0,75						
1,0						
1,5						
2,0						
2,5						
						
Mimořádně ne hospodárná						
Klasifikace				C		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{em} = H_T/A$				0,313	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				0,337	-	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
U_{em}	0,169	0,283	0,337	0,506	0,674	0,843
Platnost štítku od				Datum: 3. 11. 2016		
Štítek vypracoval				Tereza Snášelová		

4. Návrh systému vytápění

4.1. Návrh systému aktivace betonového jádra

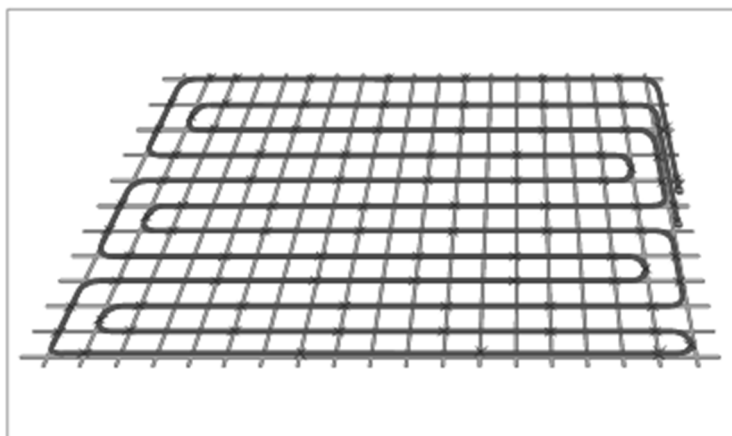
Administrativní budovy patří mezi typy objektů, u kterých je možné využít výhod temperování nosných betonových konstrukcí. Princip aktivace betonového jádra je založen na využití akumulačního objemu stavebních dílů k rovnoměrnému chlazení a vytápění. V procesu vytápění vyhřívá potrubí daný stavební díl, který pak předává teplo svým povrchem do vytápěné místnosti. Při chlazení je tepelná zátěž přijatá stavebním dílem potrubím odváděna. Výhodami toho systému jsou např. nízké teploty povrchů, provoz bez vzniku průvanu, energeticky výhodná úroveň teploty přívodu, aj.

Tento způsob vytápění je vhodný pro objekty s nízkou potřebou vytápění. Díky tomu jsou ve srovnání s prostorovou teplotou nutné jen mírně vyšší, popř. nižší teploty povrchů. Jedná se o nízkoteplotní systém vytápění, teplotní rozdíly jsou běžně voleny okolo 28/23 °C.

V případě tohoto objektu je aktivace betonového jádra (TABS – thermally activated building systems) navržena jako hlavní systém vytápění, v kritických místnostech podpořen otopnými tělesy. Co se týče letního provozu, systém TABS neumožní pokrýt celkovou potřebu chlazení, ale pomůže snížit nároky na vzduchové chlazení.

Parametry navrženého systému:

Potrubí	PE-Xa 20 x 2,0 mm
Rozteč potrubí	150 mm
Druh pokládky	dvojitý meandr
Teplotní rozdíl	28/23 °C (pro vytápění)
Topný výkon	40 W/m ² celkem 18 W/m ² podlahou 22 W/m ² stropem
Chladicí výkon	57 W/m ² celkem 20 W/m ² podlahou 37 W/m ² stropem

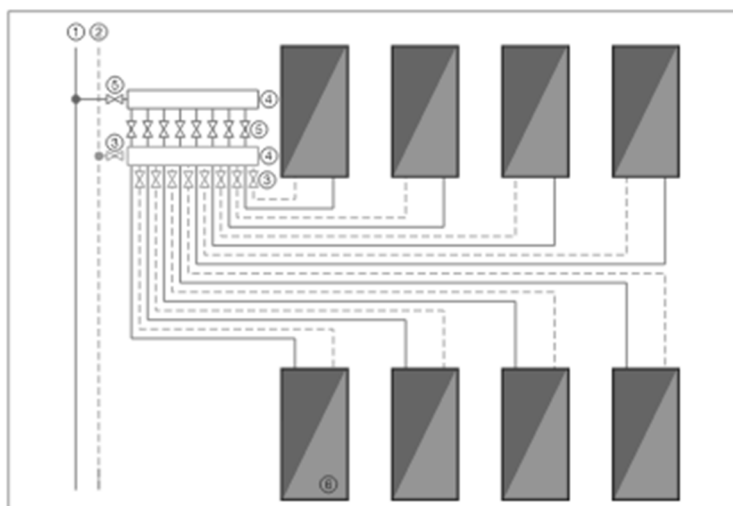


Obrázek 19 Druh pokládky - dvojitý meandr

Spolu se systémem TABS nelze navrhnout podhledové konstrukce, které by zcela znehodnotily funkci tohoto velkoplošného vytápění. Z toho důvodu jsou podhledy navrženy v objektu pouze na chodbách,

tedy místnostech 1.01, 2.01 a 3.01. Veškeré horizontální vzduchotechnické rozvody budou vedeny pod stropem na chodbách, skryté v podhledu. Stejně tak horizontální rozvody topného systému.

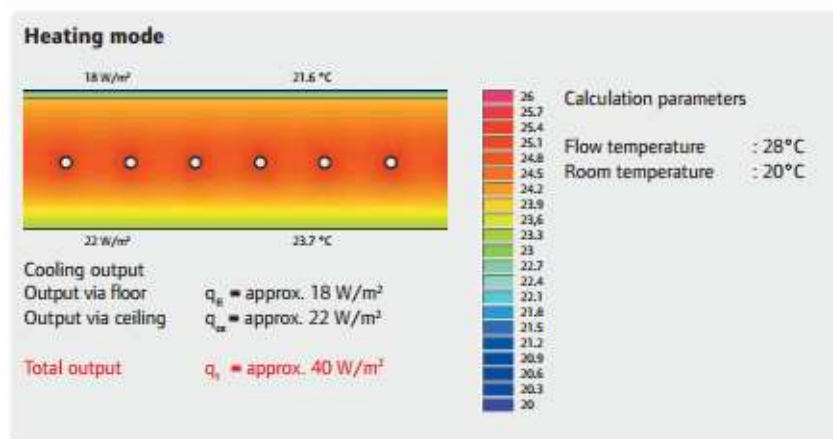
Hydraulické zapojení jednotlivých modulů je analogické k zapojení podlahového vytápění, tedy pomocí rozdělovače a sběrače. Pro lepší hydraulické vyvážení se doporučuje použít téměř stejně velké moduly. V tomto konkrétním případě jsou všechny moduly navrženy o ploše 7,83 m², resp. 7,38 m².



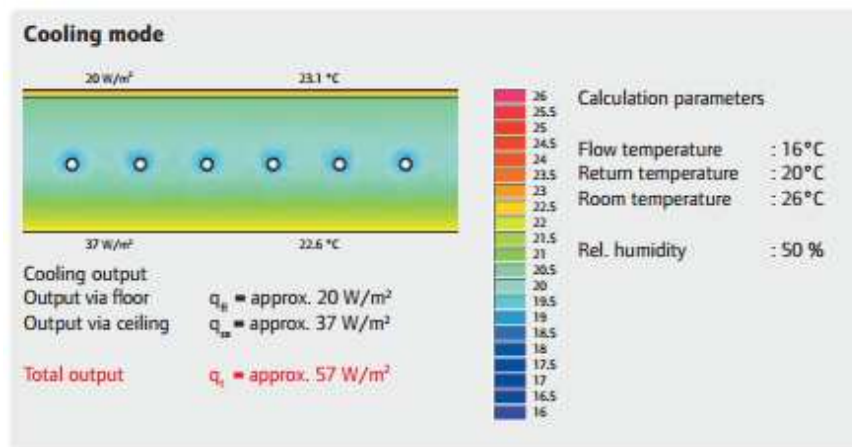
Obrázek 20 Schéma připojení modulů na rozdělovač

Návrh systému TABS pro řešenou administrativní budovu vychází z technických podkladů společnosti UPONOR. Stropní konstrukce v objektu byla navržena tak, aby odpovídala typové konstrukci uvedené v materiálech a bylo tedy možné uvažovat obdobné topné a chladicí výkony systému. Při řešení stejného problému v praxi by se využilo simulačních programů pro přesný návrh výkonů.

V rámci tohoto projektu byl systém TABS navržen ve dvou ze tří stropních konstrukcí. Jak vyplývá z následujících schémat, topný výkon je téměř stejný stropem i podlahou, tedy jedna stropní konstrukce může pokrýt vytápění ve dvou podlažích. V praxi se však navrhuje tento systém do všech stropních konstrukcí, a to zejm. z potřeby chladicího výkonu, který bývá zpravidla větší. Aby se v takovém případě „nepřetopilo“ mezilehlé patro v zimním období, snižuje se teplota topné vody, čímž se změní topný výkon. Provede se tedy znovu simulace s jinými vstupními podmínkami, a tím se doloží potřebné hodnoty. Protože pro zpracování tohoto projektu byly místo simulací použity pouze technické podklady s již danými výkony, bylo rozhodnuto o vynechání systému ve stropní konstrukci nad 1NP, a to i s vědomím, že se nejedná o běžnou praxi.



Obrázek 21 Použité topné výkony dle technických podkladů



Obrázek 22 Použité chladicí výkony dle technických podkladů

4.1.1. Přehled navržených topných výkonů

Tabulka 8 Přehled navržených výkonů

Ozn.	Místnost	Celkový tepelný výkon (W)	Vytápěná plocha (m²)	Navržený výkon (W)
0.01	chodba + schodiště*	1481,43	42,05	925,10
0.02	kotelna	515,67	23,50	517,00
0.03	strojovna VZT	848,62	36,26	688,60
1.01	hlavní chodba	-559,21	16,96	349,92
1.02	pracovna	345,49	19,02	342,36
1.03	pracovna	164,07	11,23	202,14
1.04	šatna	-30,13	5,14	92,52
1.05	umývárna*	426,21	5,33	95,94
1.06	šatna	67,28	0,84	15,12
1.07	WC	104,17	1,89	34,02
1.08	sklad	-38,92	12,26	220,68
1.09	pracovna	397,99	17,24	310,32
1.10	pracovna	256,62	14,17	255,06
1.11	pracovna	385,99	25,67	462,06
1.12	pracovna	299,31	16,17	291,06
1.13	pracovna	252,81	13,08	235,44
1.14	pracovna	312,18	17,81	320,58
1.15	pracovna	325,90	17,51	315,18
1.16	pracovna	302,05	16,56	298,08
1.17	pracovna*	547,64	18,03	324,54
1.18	archiv	-113,46	0,00	0,00
1.19	pracovna	305,61	17,07	307,26
1.20	pracovna*	559,55	18,46	332,28
1.21	zasedací místnost	787,45	56,17	1 011,06
1.22	schodiště		-	-
1.23	umývárna	-153,41	0,00	0,00
1.24	WC	-149,33	0,00	0,00
1.25	umývárna	98,64	4,48	80,64
1.26	WC	-107,54	1,35	24,30
1.27	WC	-144,67	1,35	24,30
2.01	chodba	-828,51	-	-
2.02	pracovna	378,78	15,66	344,52
2.03	sklad kanc. potřeb	65,78	6,34	139,48
2.04	technická místnost	56,55	4,20	92,40
2.05	pracovna	432,19	15,47	340,34
2.06	pracovna	247,37	13,21	290,62
2.07	pracovna	299,51	17,84	392,48
2.08	pracovna	219,36	13,27	291,94

2.09	pracovna	219,36	11,43	251,46
2.10	pracovna	251,41	15,33	337,26
2.11	pracovna	265,40	13,87	305,14
2.12	zasedací místnost	654,50	26,94	592,68
2.13	WC	101,97	0,00	-
2.14	archiv	-153,51	0,00	-
2.15	pracovna	242,39	14,01	308,22
2.16	pracovna	494,05	17,54	385,88
2.17	pracovna	457,76	28,23	621,06
2.18	pracovna	251,86	15,25	335,50
2.19	kuchyňka	394,20	13,49	296,78
2.20	WC	-130,17	0,00	-
2.21	WC	-21,21	0,00	-
3.01	chodba	-288,64	5,79	104,22
3.02	pracovna	359,12	15,66	281,88
3.03	sklad	177,58	6,34	114,12
3.04	technická místnost	98,36	4,20	75,60
3.05	pracovna	406,76	17,28	311,04
3.06	pracovna	327,66	14,89	268,02
3.07	pracovna	424,22	18,90	340,20
3.08	pracovna	293,99	13,27	238,86
3.09	pracovna	293,99	13,11	235,98
3.10	pracovna	342,55	15,33	275,94
3.11	pracovna	355,05	14,63	263,34
3.12	zasedací místnost*	837,32	26,94	484,92
3.13	WC	86,06	0,00	0,00
3.14	spisovna	-139,31	0,00	0,00
3.15	pracovna	334,34	14,01	252,18
3.16	pracovna*	587,19	17,54	315,72
3.17	pracovna	639,44	30,56	550,08
3.18	pracovna	349,05	15,25	274,50
3.19	kuchyňka	359,94	14,63	263,34
3.20	WC	-299,12	0,00	0,00
3.21	WC	-149,54	0,00	0,00
Celkový navržený výkon (W):				18 051,26

Místnosti označené * jsou vybaveny otopnými tělesy pro dosažení požadovaného výkonu.

4.1.2. Tepelná zátěž budovy

Výpočet tepelné zátěže v jednotlivých místnostech byl proveden dle normy ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostor, a to pro 21. červenec. Doba výpočtu byla zvolena v 9.00 dopoledne, kdy je zároveň uvažována i největší obsazenost budovy. V takovém případě je tepelná zátěž větší na východní straně objektu. Lze ale říci, že stejná zátěž bude v 15.00 na západní straně. Proto je systém navržen na obdobnou tepelnou zátěž v obou částech budovy. Systém je navržen tak, že východní a západní strana objektu mají vlastní větev z rozdělovače a sběrače, mohou tak být regulovány s ohledem na rozložení tepelné zátěže v čase.

Prostup tepla okny konvekcí

Prostup tepla okna konvekcí je stejná jako pro postup tepla při výpočtu tepelných ztrát. Plocha okna se počítá i včetně rámu.

$$Q_{ok} = U_w \cdot S_o \cdot (t_e - t_i) \quad [W]$$

kde U_w součinitel prostupu tepla okna [$W/m^2 \cdot K$]

S_o plocha okna včetně rámu [m^2]

t_e teplota externího vzduchu [$^{\circ}C$], (použito $29^{\circ}C$)

t_i návrhová teplota vnitřního vzduchu [$^{\circ}C$], (použito $26^{\circ}C$)

Prostup tepla okny sluneční radiací

Výpočet této složky tepelné zátěže je výrazně dynamický a závisí na úhlu dopadu slunečních paprsků a vlastnostech skla. V normě ČSN 73 0548 je uveden algoritmus přesného výpočtu a také hodnoty prostupující sluneční radiace pro jednoduché standardní zasklení.

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{odif}] \cdot s \quad [W]$$

kde S_{os} osluněný povrch okna [m^2], který se určí dle následujících vztahů

I_o celková intenzita sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením [W/m^2]

I_{od} intenzita difúzní radiace procházející standardním jednoduchým zasklením stanovená pro dobu výpočtu [W/m^2]

c_o korekce na čistotu atmosféry (užito 1,0)

s stínící součinitel vyjadřující vliv skutečného zasklení a stínících prostředků, $s = s_1 \cdot s_2$
 $s_1 = 0,90$ pro dvojité sklo
 $s_2 = 0,65$ vnitřní žaluzie, střední barvy
 $s = 0,90 \cdot 0,65 = 0,585$

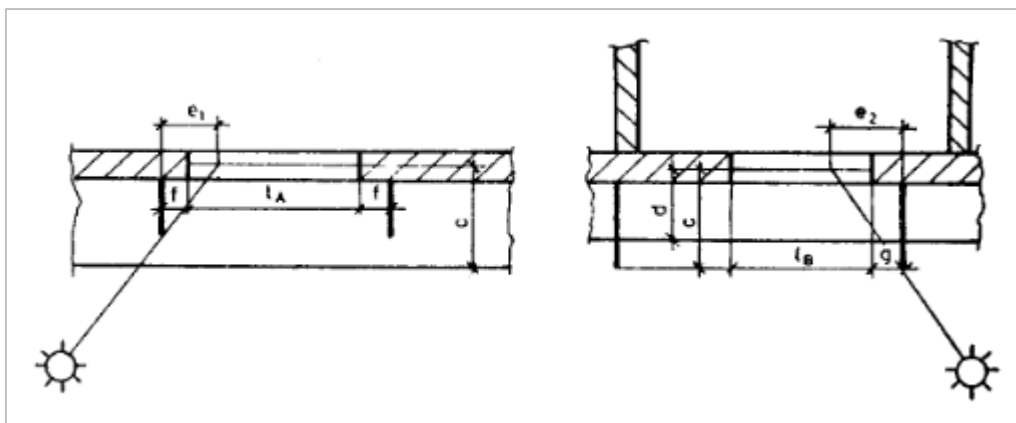
$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \quad [m^2]$$

kde $e_{1,2}$ délky stínů na okně od okrajů slunolamů [m]

d hloubka okna od okraje svislého slunolamu [m]

c hloubka okna od okraje vodorovného slunolamu [m]

f, g odstup svislé a vodorovné části okna od slunolamu [m]



Obrázek 23 Schéma geometrie stínu

$$e_1 = d \cdot \tan|a - a_s|$$

$$e_2 = \frac{c \cdot \tan h}{\cos|a - a_s|}$$

kde a_s sluneční azimut

a azimut stěny

h výška slunce

Tepelné zisky stěnami

Pro zjednodušení výpočtu se v praxi zavedla průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin t_{rm} . Dle normy ČSN 73 0548 je teplota t_{rm} stejná pro východní i západní stěny – 29,7 °C. Tato teplota se využije při výpočtu tepelných zisků středně těžkých stěn.

$$Q_s = U \cdot A \cdot (t_{rm} - t_i) \quad [W]$$

Tepelné zisky infiltrací venkovního vzduchu

Stanovení tepelných zisků infiltrací se týká pouze malého množství místností v řešeném objektu, neboť naprostá většina okna je neotevratelná a utěsněná.

$$Q_e = V_e \cdot \rho \cdot c \cdot (t_e - t_i) \quad [W]$$

Další složkou tepelných zisků, kterou je třeba při výpočtu stanovit, jsou tepelné zisky od vnitřních zdrojů. Do této kategorie patří produkce tepla lidí, svítidel a kancelářského zařízení.

Produkce tepla lidí

V této složce je zahrnuto citelné teplo, jehož hodnota závisí na teplotě vzduchu a činnosti člověka. Výchozí hodnotou je produkce tepla muže 62 W při mírné aktivní práci při teplotě okolního vzduchu 20 °C. Jiné hodnoty se uvažují pro různou teplotu okolního vzduchu a také pro ženy (85 % z uvedeného výkonu). Pro zjednodušení byl použit pouze výkon 62 W (na stranu bezpečnou).

$$Q_l = n_l \cdot 62 \cdot (36 - t_i) \quad [W]$$

Produkce tepla svítidel

Tato zátěž se počítá pro prostory bez oken a místnosti s požadavky na vyšší intenzitu osvětlení, popř. se umělé osvětlení uvažuje u hlubokých místností (a to ve vzdálenosti větší než 5 m od okna). Pro výpočet je důležitý elektrický příkon, neboť se uvažuje, že se všechno přemění v teplo.

$$Q_{sv} = P \cdot c_1 \cdot c_2 \quad [W]$$

kde P celkový příkon svítidel [W]

c_1 součinitel současnosti používání svítidel

c_2 zbytkový součinitel (v případě použití odsávaných svítidel)

4.1.3. Přehled tepelné zátěže objektu

Tabulka 9 Přehled tepelné zátěže

Ozn.	Místnost	Tepelný výkon pro tepelnou zátěž (W)
0.01	chodba + schodiště	-
0.02	kotelna	-
0.03	strojovna	-
1.01	hlavní chodba	-846,79
1.02	pracovna	-382,07
1.03	pracovna	-409,85
1.04	šatna	-131,19
1.05	umývárna	60,93
1.06	šatna	-22,08
1.07	WC	15,76
1.08	sklad	25,81
1.09	pracovna	-1 741,89
1.10	pracovna	-1 666,40
1.11	pracovna	-1 822,72
1.12	pracovna	-1 741,89
1.13	pracovna	-1 666,10
1.14	pracovna	-1 743,53
1.15	pracovna	-1 674,10
1.16	pracovna	-1 742,20
1.17	pracovna	-2 119,11
1.18	archiv	-12,12
1.19	pracovna	-1 742,83
1.20	pracovna	-949,20
1.21	zasedací místnost	-1 798,39
1.22	schodiště	-
1.23	umývárna	3,38
1.24	WC	43,20
1.25	umývárna	-55,74
1.26	WC	43,93
1.27	WC	47,08
2.01	chodba	-1 474,66
2.02	pracovna	-541,07
2.03	sklad kanc. potřeb	-286,34
2.04	technická místnost	-25,88

2.05	pracovna	-1 797,88
2.06	pracovna	-1 694,88
2.07	pracovna	-1 908,75
2.08	pracovna	-1 796,88
2.09	pracovna	-1 796,88
2.10	pracovna	-1 799,80
2.11	pracovna	-1 696,53
2.12	zasedací místnost	-4 483,39
2.13	WC	47,72
2.14	archiv	0,00
2.15	pracovna	-627,99
2.16	pracovna	-833,03
2.17	pracovna	-1 255,62
2.18	pracovna	-645,18
2.19	kuchyňka	-397,03
2.20	WC	-9,80
2.21	WC	-17,38
3.01	chodba	-1 474,66
3.02	pracovna	-541,07
3.03	sklad	-286,34
3.04	technická místnost	-25,88
3.05	pracovna	-1 797,88
3.06	pracovna	-1 694,88
3.07	pracovna	-1 908,75
3.08	pracovna	-1 796,88
3.09	pracovna	-1 796,88
3.10	pracovna	-1 799,80
3.11	pracovna	-1 696,53
3.12	zasedací místnost	-4 483,39
3.13	WC	47,72
3.14	spisovna	0,00
3.15	pracovna	-627,99
3.16	pracovna	-833,03
3.17	pracovna	-1 255,62
3.18	pracovna	-645,18
3.19	kuchyňka	-397,03
3.20	WC	-9,80
3.21	WC	-17,38
		-68 110,61

Podrobný výpočet tepelné zátěže je obsahem Přílohy 2.

4.1.4. Přehled navržených chladících výkonů

Tabulka 10 Přehled navržených chladících výkonů

Ozn.	Místnost	Tepelný výkon pro tepelnou zátěž (W)	Chlazená plocha (m ²)	Navržený výkon (W)
0.01	chodba + schodiště	-	42,05	-
0.02	kotelna	-	23,50	-
0.03	strojovna	-	36,26	-
1.01	hlavní chodba	-810,01	16,96	-339,20
1.02	pracovna	-372,44	19,02	-380,40
1.03	pracovna	-392,78	11,23	-224,60
1.04	šatna	-130,87	5,14	-102,80
1.05	umývárna	60,93	5,33	-106,60
1.06	šatna	-22,08	0,84	-16,80
1.07	WC	17,51	1,89	-37,80
1.08	sklad	34,19	12,26	-245,20
1.09	pracovna	-1 692,25	17,24	-344,80
1.10	pracovna	-1 619,40	14,17	-283,40
1.11	pracovna	-1 768,20	25,67	-513,40
1.12	pracovna	-1 692,25	16,17	-323,40
1.13	pracovna	-1 619,13	13,08	-261,60
1.14	pracovna	-1 693,26	17,81	-356,20
1.15	pracovna	-1 623,98	17,51	-350,20
1.16	pracovna	-1 692,43	16,56	-331,20
1.17	pracovna	-2 061,96	18,03	-360,60
1.18	archiv	-7,41	0,00	0,00
1.19	pracovna	-1 692,43	17,07	-341,40
1.20	pracovna	-920,69	18,46	-369,20
1.21	zasedací místnost	-1 753,52	56,17	-1 123,40
1.22	schodiště	-	-	-
1.23	umývárna	3,38	0,00	0,00
1.24	WC	43,20	0,00	0,00
1.25	umývárna	-55,74	4,48	-89,60
1.26	WC	43,93	1,35	-27,00
1.27	WC	47,08	1,35	-27,00
2.01	chodba	-1 464,74	-	-
2.02	pracovna	-531,43	15,66	-579,42
2.03	sklad kanc. potřeb	-282,67	6,34	-234,58
2.04	technická místnost	-25,88	4,20	-155,40
2.05	pracovna	1 758,69	15,47	-572,39
2.06	pracovna	-1 655,69	13,21	-488,77
2.07	pracovna	-1 869,56	17,84	-660,08
2.08	pracovna	-1 757,69	13,27	-490,99

2.09	pracovna	-1 757,69	11,43	-422,91
2.10	pracovna	-1 760,61	15,33	-567,21
2.11	pracovna	-1 657,34	13,87	-513,19
2.12	zasedací místnost	-4 397,94	26,94	-996,78
2.13	WC	-29,68	0,00	0,00
2.14	archiv	0,00	0,00	0,00
2.15	pracovna	-618,08	14,01	-518,37
2.16	pracovna	-816,05	17,54	-648,98
2.17	pracovna	-1 235,79	28,23	-1 044,51
2.18	pracovna	-635,26	15,25	-564,25
2.19	kuchyňka	-387,11	13,49	-499,13
2.20	WC	-9,80	0,00	0,00
2.21	WC	-17,38	0,00	0,00
3.01	chodba	-1 519,47	5,79	-115,80
3.02	pracovna	-551,56	15,66	-313,20
3.03	sklad	-288,95	6,34	-126,80
3.04	technická místnost	-31,61	4,20	-84,00
3.05	pracovna	-1 767,88	17,28	-345,60
3.06	pracovna	-1 664,97	14,89	-297,80
3.07	pracovna	-1 883,98	18,90	-378,00
3.08	pracovna	-1 766,32	13,27	-265,40
3.09	pracovna	-1 766,32	13,11	-262,20
3.10	pracovna	-1 771,15	15,33	-306,60
3.11	pracovna	-1 667,71	14,63	-292,60
3.12	zasedací místnost	-4 419,08	26,94	-538,80
3.13	WC	47,72	0,00	0,00
3.14	spisovna	-1,95	0,00	0,00
3.15	pracovna	-628,71	14,01	-280,20
3.16	pracovna	-826,81	17,54	-350,80
3.17	pracovna	-1 256,80	30,56	-611,20
3.18	pracovna	-646,50	15,25	-305,00
3.19	kuchyňka	-394,57	14,63	-292,60
3.20	WC	-11,87	0,00	0,00
3.21	WC	-33,72	0,00	0,00
Celkový navržený výkon (W):		-20 679,36		

Z výše uvedeného přehledu tepelné zátěže vyplývá, že navržený systém TABS pokryje 30 % z potřebného chladicího výkonu. Z toho důvodu je systému TABS využito hlavně k pokrytí základní zátěže, zatímco zbylých 70 % bude pokryto chlazením vzduchotechnikou.

Pro další snížení chladících výkonů pro vzduchotechniku by bylo vhodné navrhnout v objektu systém TABS i do stropní konstrukce nad 1NP. V případě, že by tomu tak bylo a návrh by odpovídal systému TABS ve stropní konstrukci nad 2NP, zvýšil by se navržený chladicí výkon tohoto systému na 34,84 kW, čímž by podíl stropního chlazení vzrostl na 51 %. V takovém případě by ale bylo nutné upravit výkon systému v zimním období, aby nedocházelo k přetápění prostředního podlaží (popř. by bylo možné zapojit toto podlaží jako samostatnou větev, která by byla v provozu jen v letním období).

4.2. Návrh otopných těles

V některých místnostech objektu je vytápění pouze systémem TABS silně nedostačující (navržený výkon je menší o více než 100 W), v takovém případě byla do místností navržena otopná tělesa. Tělesa, napojená na systém teplovodního vytápění, jsou typu KORADO RADIK LINE. Pouze ve sklepních prostorách byla navržena dvě tělesa typu KORADO RADIK. Pro otopnou větev s tělesy je navržen teplotní rozdíl 55/45 °C. Výkon pro danou teplotu místnosti a teplotní rozdíl byl zjištěn pomocí aplikace na webových stránkách firmy KORADO.

Tabulka 11 Navržená otopná tělesa

Č.	Účel místnosti	t_i (°C)	Tepelná ztráta (W)	Typ otopného tělesa	Výkon při 55/45 - 20°C	Počet těles	z_1	z_2	z_3	φ	Skut. výkon Q_{skut}
0.01	Chodba a schodiště	15	1 095,00	Radik 22 VKL 400/800	605,0	2	1	1	0,95	1	1 149,50
1.17	Pracovna	20	212,00	Radik Line 11 VK 400/600	213,0	1	1	1	1	1	213,00
1.20	Pracovna	20	229,00	Radik Line 11 VK 400/700	248,0	1	1	1	1	1	248,00
3.12	Zasedací místnost	20	323,00	Radik Line 11 VK 400/1000	355,0	1	1	1	1	1	355,00
3.16	Pracovna	20	247,00	Radik Line 11 VK 400/800	284,0	1	1	1	1	1	284,00
						Počet těles:	6	Navržený výkon:			2 249,50

kde z_1 součinitel na úpravu okolí

z_2 součinitel na počet článků

z_3 součinitel na umístění tělesa v místnosti (užito 0,95)

φ součinitel na způsob připojení těles

V místnosti 1.05 bylo navrženo elektrické otopné těleso – žebřík. Jedná se o umývárnu pro zaměstnance, která bude využívána spíše sporadicky. Navržený výkon elektrického otopného žebříku je 335,2 W.

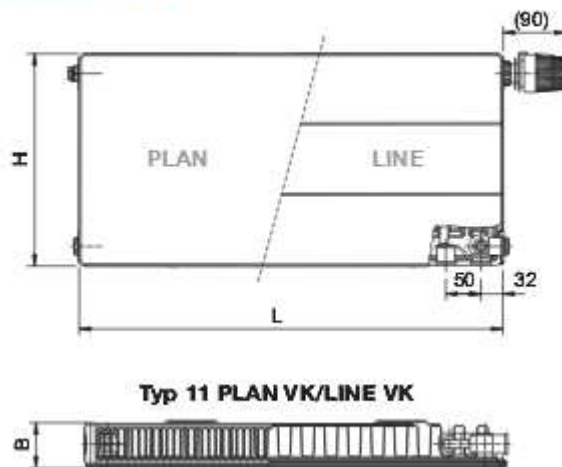
4.2.1. Technický list deskových otopných těles KORADO

Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 mm
Hloubka B	
Typ 11 PLAN VK/LINE VK	65 mm
Typ 21 PLAN VK/LINE VK	68 mm
Typ 22 PLAN VK/LINE VK	102 mm
Typ 33 PLAN VK/LINE VK	157 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

Obrázek 24 Technické parametry RADIK LINE VK 11

Přehled typů

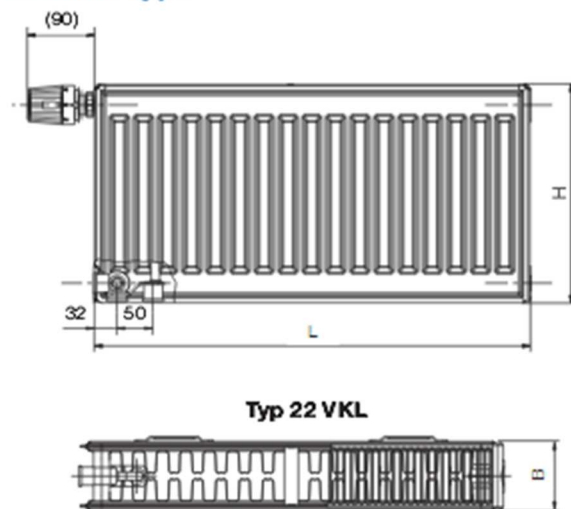


Technické údaje

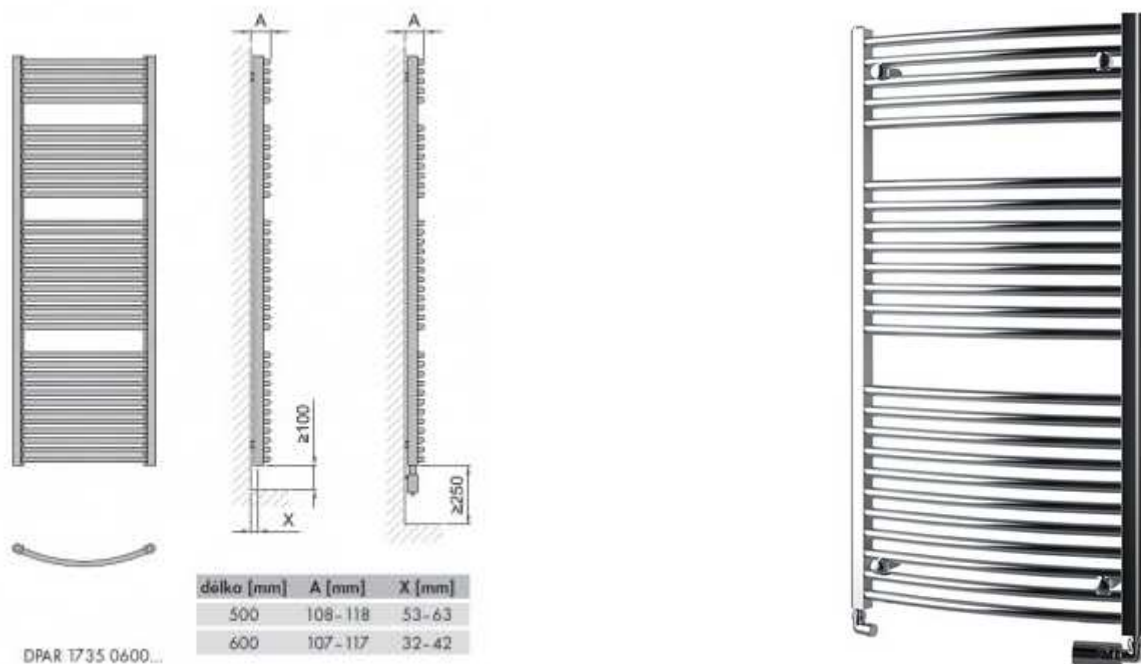
Výška H	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
Typ 10 VKL	47 mm
Typ 11 VKL	63 mm
Typ 21 VKL	66 mm
Typ 22 VKL	100 mm
Typ 33 VKL	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	levé spodní

Obrázek 25 Technické parametry RADIK VKL 22

Přehled typů



4.2.2. Technický list elektrického topného tělesa ISAN PALMYRA



Typ H/L [mm]	Hloubka B [mm]	Hmotnost [kg]	Objem vody [l]	Teplotní exponent [n]	Výkon [W]			Doporučený příkon chrom [W]	Připojovací rozteč [mm]
					75/65/20 °C	70/55/20 °C	55/45/20 °C		
1135/600	108	11,8	6,8	1,22	504	413	270	500	559
1535/600	108	15,7	9,2	1,22	675	554	362	700	559
1735/600	108	18,0	10,5	1,22	775	636	416	800	559

Obrázek 26 Technické parametry ISAN PALMYRA CHROM

Do prostoru umývárny bude umístěno těleso ISAN PALMYRA CHROM 1735/600. Výkon tělesa byl přepočítán na konkrétní podmínky, a to navrhovanou teplotu vzduchu v místnosti 24 °C.

$$c = \frac{t_{w2} - t_i}{t_{w1} - t_i} = \frac{45 - 24}{55 - 24} = 0,677 < 0,7$$

$$\Delta t_{ln,n} = \frac{(t_{w1} - t_{w2})}{\ln \left[\frac{(t_{w1} - t_i)}{(t_{w2} - t_i)} \right]} = \frac{(55 - 45)}{\ln \left[\frac{(55 - 20)}{(45 - 20)} \right]} = 29,7$$

$$\Delta t_{ln} = \frac{(t_{w1} - t_{w2})}{\ln \left[\frac{(t_{w1} - t_i)}{(t_{w2} - t_i)} \right]} = \frac{(55 - 45)}{\ln \left[\frac{(55 - 24)}{(45 - 24)} \right]} = 25,7$$

$$Q_T = Q_n \cdot (\Delta t_{ln} / \Delta t_{ln,n})^{1,3} = 403 \cdot (25,7 / 29,7)^{1,3} = 335,2 \text{ W}$$

5. Dimenzování a hydraulická regulace soustavy

Soustava je navržena tak, že ze základního rozdělovače, který je umístěný v suterénu v kotelně, vychází celkem šest jednotlivých větví – větev pro přípravu teplé vody, pro systém vzduchotechniky, větev s otopnými tělesy, dvě větve pro systém TABS a jedna větev, která zásobuje sousední objekt v komplexu. Pro systém TABS byly zvoleny dvě přívodní větve, a to pro západní a východní část objektu zvlášť. V takovém případě bude možné upravit a řídit provoz systému v závislosti na orientaci budovy a různé rozložení zátěže.

Všechna desková tělesa typu VK, VKL jsou seřizena na ventilové vložce. Seřízení mezi jednotlivými moduly systému TABS je provedeno na konkrétních podlažních R + S. Jednotlivé R + S jsou pak vzájemně vyregulovány vyvažovacími ventily, které jsou umístěny před příslušným R + S. Všechny podlažní R + S jsou umístěny na chodbách ve skříni.

Výkon jednotlivých modulů byl určen jako celkový plošný výkon vynásobený konkrétní aktivní plochou modulu (užito pouze 7,83 m² a 7,38 m²).

Použité označení:

1RS-SV



R + S umístěný v severovýchodní části objektu
umístěný v 1NP

3Z10H



číslo „hadu“
umístěný v 3NP na západní straně

RŠ (-)

nastavení regulačního šroubení

VV (-)

nastavení vyvažovacího ventilu

TRV (-)

nastavení termoregulačního ventilu

SV

třícestný směšovací ventil

Použité součinitelé místních odporů ξ :

koleno $\beta = 90^\circ$	1,30	rozdělovač – výstup	0,50
dělení proudů	1,30	sběrač – vstup	1,00
spojení proudů	0,90	redukce	0,40
průchod – dělení	0,30	uzavírací kohout	2,00
průchod – spojení	0,60	filtr	6,20
uzavírací ventily, zpětná klapka – dle dimenze			

Regulace systému TABS – otopná větev pro východní část objektu

1RS-JV

Had	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δprv	Regulace	R.l+Z+Δprv	Δpdis (Pa)
1V1H	313,2	53,9	71,95	20x2,8	11,7	0,09	841,82	39	158	0	-	1000	13
1V2H	313,2	53,9	68,15	20x2,8	11,7	0,09	797,36	39	158	0	-	955	58
1V3H	313,2	53,9	64,35	20x2,8	11,7	0,09	752,90	39	158	0	RŠ(10)	911	102
1V4H	313,2	53,9	61,58	20x2,8	11,7	0,09	720,43	39	158	0	RŠ(10)	878	135
1V5H	313,2	53,9	58,22	20x2,8	11,7	0,09	681,17	39	158	0	RŠ(9)	839	174
1V6H	313,2	53,9	58,55	20x2,8	11,7	0,09	685,04	39	158	0	RŠ(9)	843	170
1V7H	313,2	53,9	59,10	20x2,8	11,7	0,09	691,47	39	158	0	RŠ(9)	849	164
1V8H	313,2	53,9	62,86	20x2,8	11,7	0,09	735,40	39	158	0	RŠ(10)	893	120
1V9H	313,2	53,9	66,23	20x2,8	11,7	0,09	774,83	39	158	0	-	933	80
1V10H	313,2	53,9	69,71	20x2,8	11,7	0,09	815,61	39	158	0	-	974	40
1V11H	313,2	53,9	73,10	20x2,8	11,7	0,09	855,27	39	158	0	-	1013	0
11 hadů											Celková tl. ztráta:	10089	11145

1RS-SV

Had	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δprv	Regulace	R.l+Z+Δprv	Δpdis (Pa)	
1V12H	313,2	53,9	69,91	20x2,8	11,7	0,09	817,95	39	158	0	RŠ(10)	976	117	
1V13H	313,2	53,9	66,52	20x2,8	11,7	0,09	778,23	39	158	0	RŠ(9)	936	157	
1V14H	313,2	53,9	62,84	20x2,8	11,7	0,09	735,23	39	158	0	RŠ(9)	893	200	
1V15H	313,2	53,9	59,38	20x2,8	11,7	0,09	694,75	39	158	0	RŠ(8)	853	240	
1V16H	313,2	53,9	57,27	20x2,8	11,7	0,09	670,06	39	158	0	RŠ(8)	828	265	
1V17H	313,2	53,9	57,78	20x2,8	11,7	0,09	675,97	39	158	0	RŠ(8)	834	259	
1V18H	313,2	53,9	60,83	20x2,8	11,7	0,09	711,65	43	174	0	RŠ(9)	886	207	
1V19H	313,2	53,9	64,17	20x2,8	11,7	0,09	750,79	43	174	0	RŠ(9)	925	168	
1V20H	313,2	53,9	67,95	20x2,8	11,7	0,09	795,02	39	158	0	RŠ(10)	953	140	
1V21H	313,2	53,9	71,38	20x2,8	11,7	0,09	835,09	39	158	0	RŠ(10)	993	100	
1V22H	313,2	53,9	74,80	20x2,8	11,7	0,09	875,16	39	158	0	-	1033	60	
1V23H	295,2	50,8	61,49	20x2,8	15,5	0,10	953,02	28	140	0	-	1093	0	
12 hadů												Celková tl. ztráta:	11203	13116

3RS-JV

Had	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δprv	Regulace	R.l+Z+Δprv	Δpdis (Pa)	
3V1H	313,2	53,9	73,75	20x2,8	11,7	0,09	862,88	39	158	0	-	1021	0	
3V2H	313,2	53,9	69,80	20x2,8	11,7	0,09	816,66	39	158	0	-	975	46	
3V3H	313,2	53,9	65,62	20x2,8	11,7	0,09	767,75	39	158	0	-	926	95	
3V4H	313,2	53,9	61,41	20x2,8	11,7	0,09	718,50	39	158	0	RŠ(10)	876	144	
3V5H	313,2	53,9	57,40	20x2,8	11,7	0,09	671,58	39	158	0	RŠ(9)	830	191	
3V6H	313,2	53,9	56,46	20x2,8	11,7	0,09	660,52	33	134	0	RŠ(8)	794	227	
3V7H	313,2	53,9	60,51	20x2,8	11,7	0,09	707,91	39	158	0	RŠ(10)	866	155	
3V8H	313,2	53,9	65,04	20x2,8	11,7	0,09	760,91	39	158	0	RŠ(10)	919	102	
3V9H	313,2	53,9	69,10	20x2,8	11,7	0,09	808,47	39	158	0	-	966	54	
9 hadů												Celková tl. ztráta:	8172	9189

3RS-SV

Had	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δprv	Regulace	R.l+Z+Δprv	Δpdis (Pa)	
3V10H	313,2	53,9	69,88	20x2,8	11,7	0,09	817,60	39	158	0	-	976	38	
3V11H	313,2	53,9	65,91	20x2,8	11,7	0,09	771,15	39	158	0	-	929	84	
3V12H	313,2	53,9	61,22	20x2,8	11,7	0,09	716,22	39	158	0	RŠ(10)	874	139	
3V13H	313,2	53,9	56,82	20x2,8	11,7	0,09	664,74	39	158	0	RŠ(9)	823	191	
3V14H	313,2	53,9	57,00	20x2,8	11,7	0,09	666,84	35,5	144	0	RŠ(9)	811	203	
3V15H	313,2	53,9	61,32	20x2,8	11,7	0,09	717,39	39	158	0	RŠ(10)	875	138	
3V16H	313,2	53,9	65,27	20x2,8	11,7	0,09	763,66	39	158	0	-	922	92	
3V17H	313,2	53,9	68,72	20x2,8	11,7	0,09	803,97	39	158	0	-	962	52	
3V18H	313,2	53,9	71,74	20x2,8	11,7	0,09	839,30	43	174	0	-	1013	0	
9 hadů												Celková tl. ztráta:	8184	9117

Dimenzování základního okruhu

Č.ú.	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi$	Z (Pa)	ztráta hadů	Δp_{rv}	Regulace	R.l+Z+ Δp_{rv}	Δp_{dis} (Pa)
1RS-SV	3 740,4	643,2	45,76	35x1,5	25,4	0,22	1162,30	10,7	259	13116	1000	VV(10)	14537	15537
ús. 2	7 185,6	1235,7	9,10	35x1,5	82,60	0,43	751,66	3	277				1029	16566
ús. 3	12 823,2	2205,2	17,36	42x1,5	87,40	0,51	1517,26	9,3	1209		12360	Kv = 6,3	15087	31653

1RS-JV	3 445,2	592,5	5,76	28x1,5	74,6	0,34	429,70	8,9	514	11145	3448	VV(6)	12089	15537
ús. 4	5 637,6	969,5	20,54	35x1,5	54,5	0,34	1119,4	6,9	399				1518	15048
3RS-JV	2 818,8	484,7	3,30	28x1,5	53,0	0,28	174,9	11,1	435	9189	5249	VV(4)	9799	15048
3RS-SV	2 818,8	484,7	39,62	28x1,5	53,0	0,28	2099,9	14,4	564	9117	3267	VV(6)	11781	15048

Regulace systému TABS – otopná větev pro západní část objektu

1RS-JZ

Had	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δprv	Regulace	R.l+Z+Δprv	Δpdis (Pa)	
1Z2H	313,2	53,9	71,97	20x2,8	11,7	0,09	842,05	43	174	0	-	1016	1	
1Z3H	313,2	53,9	68,45	20x2,8	11,7	0,09	800,87	43	174	0	-	975	42	
1Z4H	313,2	53,9	64,76	20x2,8	11,7	0,09	757,69	39	158	0	RŠ(10)	916	101	
1Z5H	313,2	53,9	61,30	20x2,8	11,7	0,09	717,21	39	158	0	RŠ(10)	875	142	
1Z6H	313,2	53,9	58,18	20x2,8	11,7	0,09	680,71	53	215	0	RŠ(10)	895	121	
1Z7H	313,2	53,9	59,20	20x2,8	11,7	0,09	692,64	39	158	0	RŠ(9)	851	166	
1Z8H	313,2	53,9	59,73	20x2,8	11,7	0,09	698,84	39	158	0	RŠ(9)	857	160	
1Z9H	313,2	53,9	63,09	20x2,8	11,7	0,09	738,15	39	158	0	RŠ(10)	896	121	
1Z10H	313,2	53,9	66,55	20x2,8	11,7	0,09	778,64	39	158	0	-	937	80	
1Z11H	313,2	53,9	70,03	20x2,9	11,7	0,09	819,35	39	158	0	-	977	39	
1Z12H	313,2	53,9	73,40	20x2,8	11,7	0,09	858,78	39	158	0	-	1017	0	
11 hadů												Celková tl. ztráta:	10211	12201

1RS-SZ

Had	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δprv	Regulace	R.l+Z+Δprv	Δpdis (Pa)
1Z13H	313,2	53,9	78,77	20x2,8	11,7	0,09	921,61	39	158	0	-	1080	0
1Z14H	313,2	53,9	75,30	20x2,8	11,7	0,09	881,01	42	170	0	-	1051	28
1Z15H	313,2	53,9	66,72	20x2,8	11,7	0,09	780,62	39	158	0	RŠ(9)	939	141
1Z16H	313,2	53,9	61,20	20x2,8	11,7	0,09	716,04	39	158	0	RŠ(8)	874	206
1Z17H	313,2	53,9	57,64	20x2,8	11,7	0,09	674,39	39	158	0	RŠ(8)	832	247
1Z18H	313,2	53,9	57,17	20x2,8	11,7	0,09	668,89	37	150	0	RŠ(8)	819	261
1Z19H	313,2	53,9	59,85	20x2,8	11,7	0,09	700,25	39	158	0	RŠ(8)	858	221
1Z20H	313,2	53,9	63,27	20x2,8	11,7	0,09	740,26	39	158	0	RŠ(9)	898	181
1Z21H	313,2	53,9	66,80	20x2,8	11,7	0,09	781,56	39	158	0	RŠ(10)	940	140
9 hadů												Celková tl. ztráta:	8290
													9716

3RS-JZ

Had	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δprv	Regulace	R.l+Z+Δprv	Δpdis (Pa)
3Z1H	313,2	53,9	71,55	20x2,8	11,7	0,09	837,14	39	158	0	-	995	24
3Z2H	313,2	53,9	67,76	20x2,8	11,7	0,09	792,73	43	174	0	-	967	52
3Z3H	313,2	53,9	64,37	20x2,8	11,7	0,09	753,13	43	174	0	-	927	92
3Z4H	313,2	53,9	60,77	20x2,8	11,7	0,09	711,01	39	158	0	RŠ(10)	869	150
3Z5H	313,2	53,9	56,79	20x2,8	11,7	0,09	664,44	47	190	0	RŠ(10)	855	164
3Z6H	313,2	53,9	57,42	20x2,8	11,7	0,09	671,76	39	158	0	RŠ(9)	830	189
3Z7H	313,2	53,9	61,45	20x2,8	11,7	0,09	718,91	39	158	0	RŠ(10)	877	142
3Z8H	313,2	53,9	65,57	20x2,8	11,7	0,09	767,11	39	158	0	-	925	94
3Z9H	313,2	53,9	69,55	20x2,8	11,7	0,09	813,74	39	158	0	-	972	48
3Z10H	313,2	53,9	73,61	20x2,8	11,7	0,09	861,24	39	158	0	-	1019	0
10 hadů												Celková tl. ztráta:	9235
													10190

3RS-SZ

Had	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δprv	Regulace	R.l+Z+Δprv	Δpdis (Pa)
3Z11H	313,2	53,9	78,70	20x2,8	11,7	0,09	920,79	46	186	0	RŠ(9)	1107	206
3Z12H	313,2	53,9	82,32	20x2,8	11,7	0,09	963,14	46	186	0	RŠ(9)	1149	163
3Z13H	291,6	50,1	70,83	20x2,8	15,5	0,10	1097,87	43	215	0	-	1313	0
3Z14H	313,2	53,9	66,48	20x2,8	11,7	0,09	777,76	42	170	0	RŠ(7)	948	365
3Z15H	313,2	53,9	61,73	20x2,8	11,7	0,09	722,24	42	170	0	RŠ(7)	892	421
3Z16H	313,2	53,9	57,01	20x2,8	11,7	0,09	666,96	42	170	0	RŠ(7)	837	476
6 hadů												Celková tl. ztráta:	6247
													7878

Dimenzování základního okruhu

Č.ú.	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	ztráta hadů	Δprv	Regulace	R.l+Z+Δprv	Δpdis (Pa)
1RS-JZ	3 445,2	592,5	5,36	35x1,5	23,1	0,21	123,82	8,1	179	12201	1000	VV(10)	12503	13503
ús. 2	6 264,0	1077,2	1,96	35x1,5	69,50	0,39	136,22	5,6	426				562	14066
ús. 3	11 253,6	1935,3	16,70	42x1,5	72,60	0,46	1212,42	13,7	1449		3780	Kv = 10	7572	20507
Č.ú.	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	ztráta hadů	Δprv	Regulace	R.l+Z+Δprv	Δpdis (Pa)
1RS-SZ	2 818,8	484,7	54,32	35x1,5	16,2	0,17	879,98	13,7	198	9716	2709	VV(6)	10794	13503
ús. 4	4 989,6	858,1	8,38	35x1,5	43,7	0,30	366,2	6	270				636	13429
3RS-JZ	3 132,0	538,6	4,04	28x1,5	63,4	0,31	256,1	11,1	533	10190	2450	VV(7)	10979	13429
3RS-SZ	1 857,6	319,4	57,60	28x1,5	24,6	0,18	1417,0	15	243	7878	3891	VV(4)	9538	13429

Regulace otopných těles

Dimenzování základního okruhu

Č.ú.	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δprv	Regulace	R.l+Z+Δprv	Δpdis (Pa)
3.12	355,0	30,5	10,80	12x1	16,0	0,10	172,80	8,2	41	155	TRV (8)	369	369
ús. 2	639,0	54,9	15,84	12x1	60,7	0,18	961,49	3,5	57	0	-	1018	1387
ús. 3	1 100,0	94,6	28,30	15x1	49,0	0,18	1386,70	6,9	112	0	-	1498	2885
ús. 4	2 249,5	193,4	4,80	18x1	76,3	0,27	366,24	14,2	518	11840	VV	12724	15609

Č.ú.	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δprv	Regulace	R.l+Z+Δprv	Δpdis (Pa)
3.16	284,0	24,4	0,30	12x1	14,4	0,09	4,32	7,8	32	333	TRV (4)	369	369
ús. 5	461,0	39,6	0,40	15x1	0,16	0,16	0,06	8,2	105		-	105	1387
1.17	213,0	18,3	10,90	12x1	11,20	0,07	122,08	8,2	20	1140	TRV (1)	1282	1282
1.20	248,0	21,3	0,90	12x1	12,8	0,08	11,5	10,4	33	1237	TRV (1)	1282	1282
ús. 6	1 149,5	98,8	23,30	15x1	64,1	0,21	1493,5	5,2	115			1608	2885
0.01a	574,8	49,4	7,90	12x1	60,7	0,18	479,5	9	146	652	TRV (7)	1277	1277
0.01b	574,8	49,4	0,90	12x1	60,7	0,18	54,6	9	146	1077	TRV (5)	1277	1277

Dimenzování okruhu k zásobníku TV

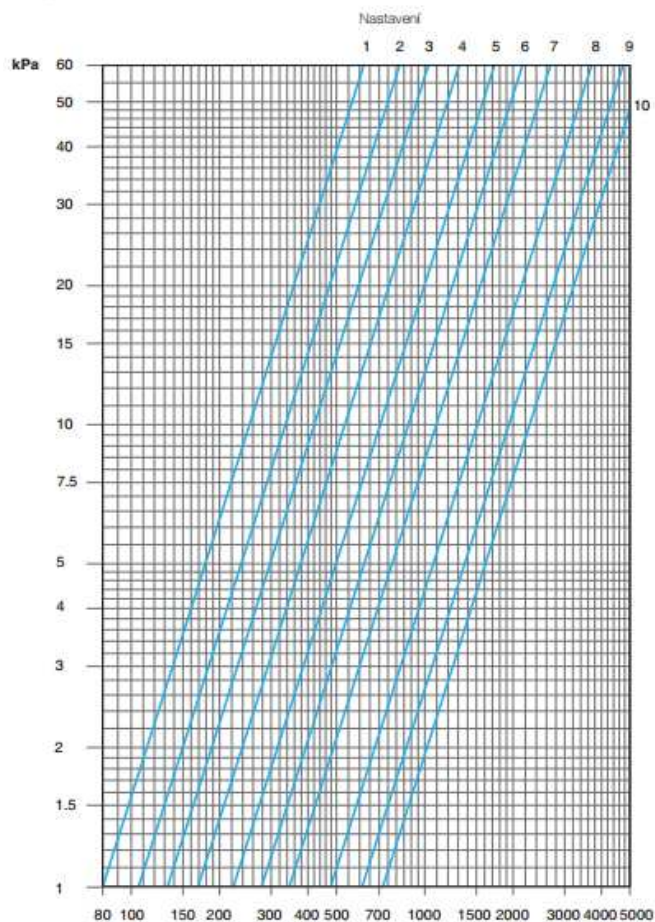
Č.ú.	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δprv	R.l+Z+Δprv	pozn.
TV	4 210,0	181,0	9,90	15X1	161,5	0,37	1598,85	29,7	2033	19000	22632	tl. ztráta zásobníku

Dimenzování okruhu k VZT

Č.ú.	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δprv	R.l+Z+Δprv	pozn.
VZT	40 040,0	1721,4	27,60	35X1,5	129,2	0,61	3565,92	22,8	4242	10000	17808	VV (4)

5.1. Technický list vyvažovacího ventilu TBV-C

Diagram TBV-C NF, DN 25



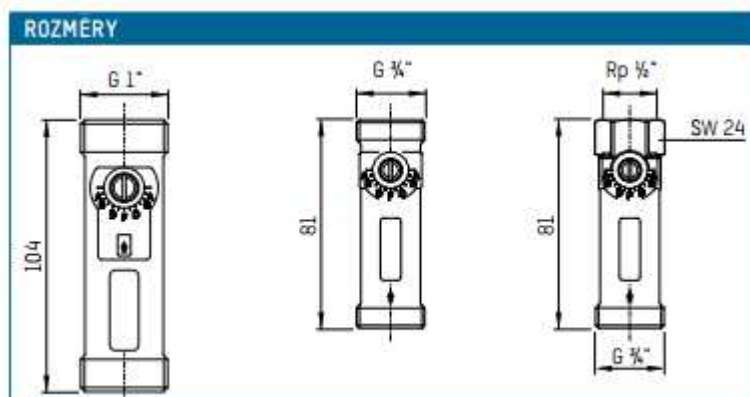
Obrázek 27 Návrhový diagram vyvažovacího ventilu

Ventily TBV-C jsou umístěny vždy před podlažními R + S systému TABS.

5.2. Technický list vyvažovacího ventilu Tacosetter Inline 100

TacoSetter Inline 100 | Vyvažovací ventil z nekorodující mosazi, vnitřní závit

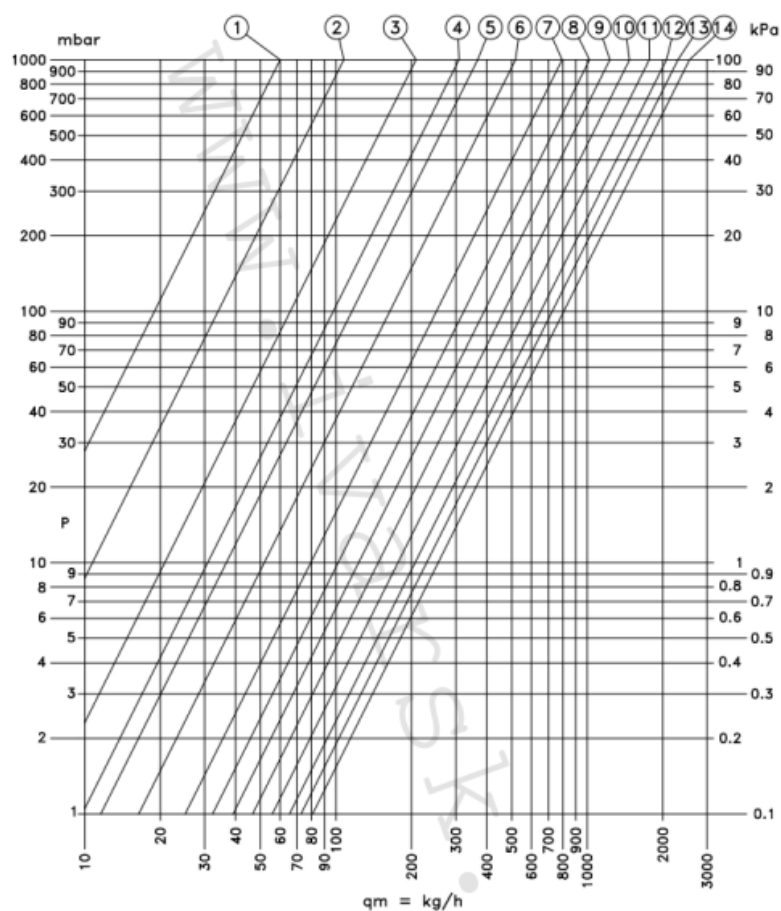
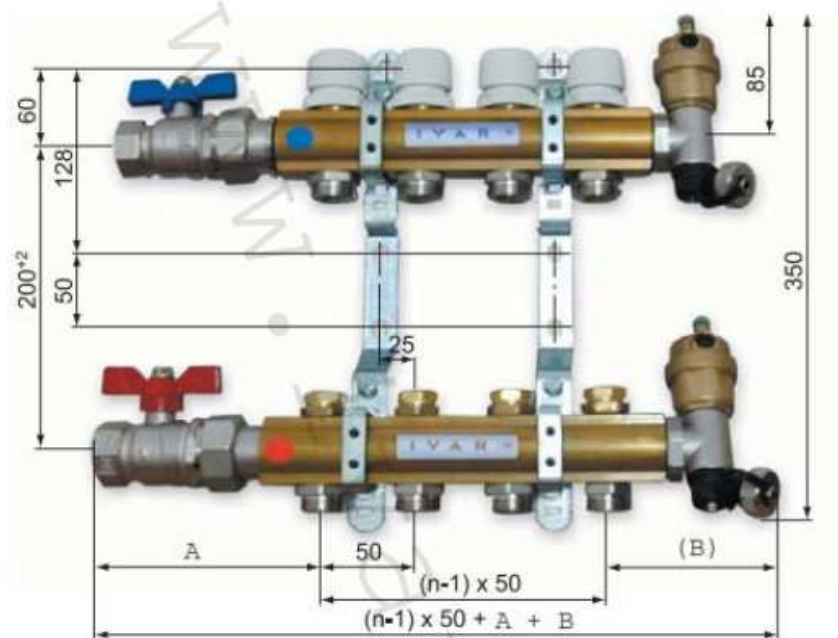
Obj.č.	DN	G × Rp	Rozsah průtoku	k_{vs} (m³/h)
223.1204.104	15	¾" × ½"	1,0 – 3,5 (l/min)	1,35
223.1208.104	15	¾" × ½"	2,0 – 8,0 (l/min)	1,8
223.1209.104	15	¾" × ½"	3,0 – 12,0 (l/min)	1,85



Obrázek 28 Technický list vyvažovacího ventilu

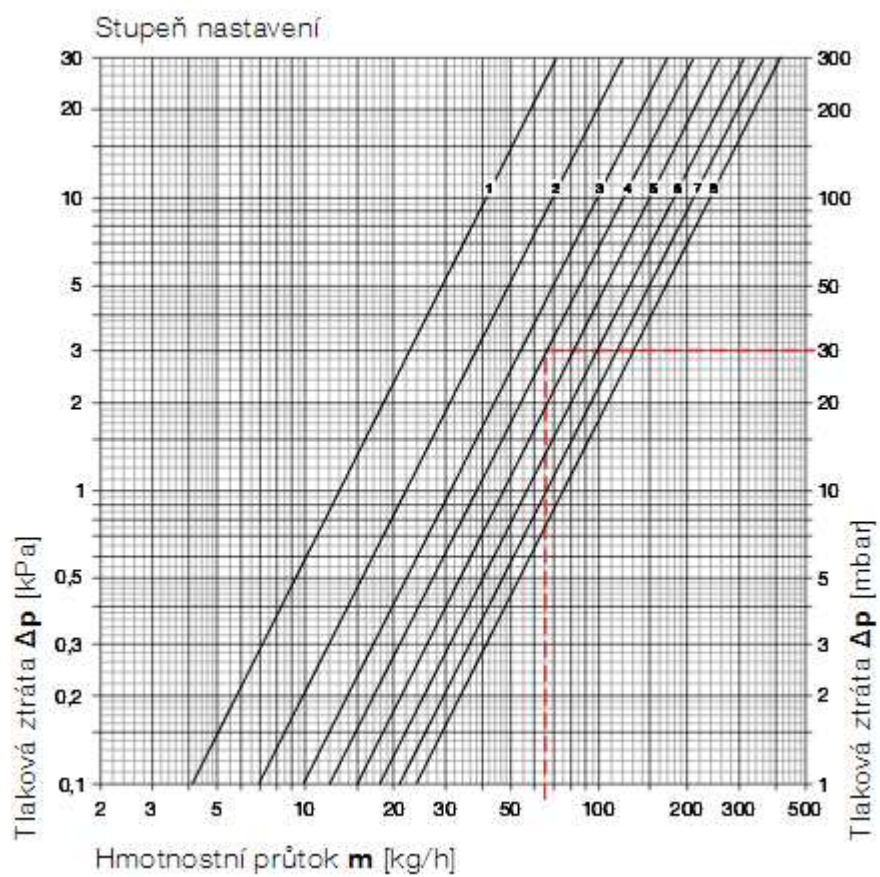
5.3. Technický list R + S IVAR.CS 553 DRS

Ve všech podlažích je navržen stejný typ R + S, s počtem připojených modulů 6 – 12. R + S budou umístěny na chodbách, ve skříních. Sestava už je od výrobce osazena potřebnými regulačními a uzavíracími armaturami.



Obrázek 29 Technický list R + S

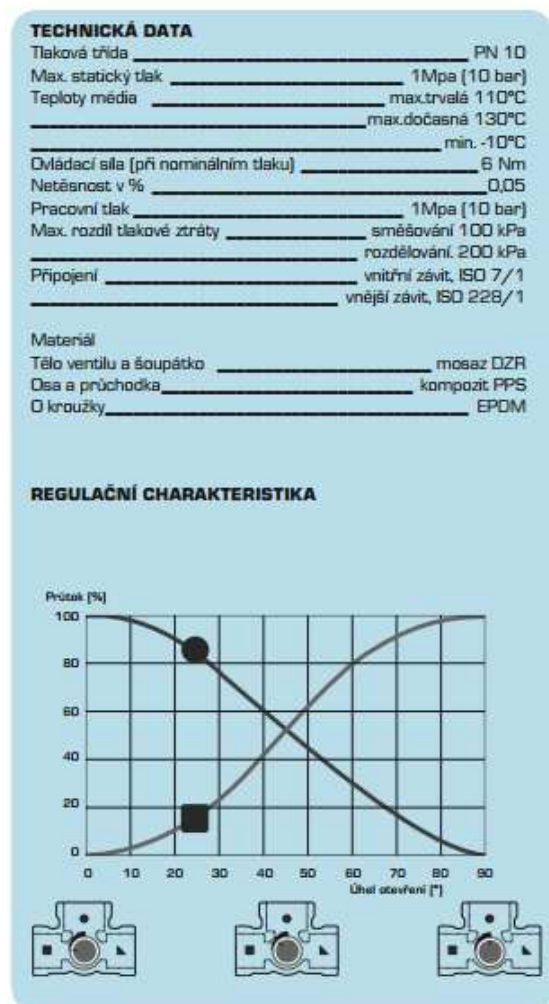
5.4. Technický list ventilu otopných těles RADIK VK/VKL



Obrázek 30 Technický list ventilové vložky otopných těles

6. Návrh trojcestných ventilů

Trojcestné ventily jsou navrženy na větvích k otopným tělesům a systému TABS, tedy celkem na třech větvích vycházejících z hlavního R + S. Teplotní rozdíly jsou k otopným tělesům 55/45 °C a pro systém TABS 28/23 °C. Tlaková ztráta ventilu je na každé větvi navržena tak, aby byla autorita směšovacího ventilu v rozmezí 0,3 ÷ 1,0.



OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY

SMĚŠOVACÍ VENTILY ŘADA VRG130

Kompaktní otočné směšovací ventily řady VRG130 jsou k dispozici v dimenzích od 15 do 50 mm a ve třech typech připojení: s vnitřním i vnějším závitem a v provedení se svěrnými kroužky.



VENTILY VRG 130 JSOU NAVRŽENY PRO

- Topení
- Chlazení
- Pícnou vodu
- Podlahové topení
- Solární systémy
- Ventilaci
- Centrální rozvody
- Písní vody
- Teplé vody
- Chlazení

VHODNÉ KOMPATIBILNÍ SERVOPOHONY

Ventily řady VRG130 jsou kompatibilní k servopohonům:

- Řada APASDD
- Řada 90*
- Řada 90C
- Řada 90K

*nutný adaptér

OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY ŘADY VRG131, VNITŘNÍ ZÁVIT

Obj. č.	Označení	DN	Kvs*	Připojení	A	B	C	D	Hmot. [kg]	Nahrazuje	Pozn.
1160 01 00	VRG131	15	0.4	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	—	
1160 02 00	VRG131	15	0.63	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	3 MG 15-0.6	
1160 03 00	VRG131	15	1	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	3 MG 15-1.0	
1160 04 00	VRG131	15	1.63	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	3 MG 15-1.6	
1160 05 00	VRG131	15	2.5	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	3 MG 15-2.5	
1160 06 00	VRG131	15	4	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	—	
1160 07 00	VRG131	20	2.5	Rp 3/4"	36	72	32	50	0.43	—	
1160 08 00	VRG131	20	4	Rp 3/4"	36	72	32	50	0.43	3 MG 20-4	
1160 09 00	VRG131	20	6.3	Rp 3/4"	36	72	32	50	0.43	3 MG 20-6.3	
1160 10 00	VRG131	25	6.3	Rp 1"	41	82	34	52	0.70	3 MG 25-8	
1160 11 00	VRG131	25	10	Rp 1"	41	82	34	52	0.70	3 MG 25-12	
1160 12 00	VRG131	32	16	Rp 1 1/4"	47	94	37	55	0.95	3 MG 32-18	
1160 13 00	VRG131	40	25	Rp 1 1/2"	58	116	44	62	1.75	3 G 40-28	
1160 14 00	VRG131	50	40	Rp 2"	62	125	44	62	2.05	3 G 50-44	

Obrázek 31 Technický list trojcestných směšovacích ventilů

7. Návrh přípravy teplé vody

Výpočet potřeby teplé vody byl proveden dle normy ČSN 06 0320 – Příprava teplé vody. Potřeba teplé vody se stanovila pro mytí osob a úklid.

Odhadovaná obsazenost objektu	115
Úklidová plocha	$13,62 \cdot 100 \text{ m}^2$

Celková potřeba teplé vody se stanoví ze vztahu

$$V_{2p} = n_i \cdot \sum V_d = n_i \cdot \sum V_{di} + n_u \cdot V_d \quad [\text{m}^3]$$

kde	n_i	počet uživatelů
	n_u	počet ploch
	V_d	objem dávky $[\text{m}^3]$

Spotřeba teplé vody byla zvolena dle normy: mytí rukou	0,002 m^3
mytí těla	0,01 m^3 (uvažuje se pro 50 % uživatelů)
mytí podlahy	0,02 m^3

$$V_{2p} = (115 \cdot 0,002 + 60 \cdot 0,01) + 13,62 \cdot 0,02 = 1,1 \text{ m}^3$$

Potřeba tepla odebraného z ohřívače teplé vody během jedné periody Q_{2p} se stanoví ze vztahu

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\theta_2 - \theta_1) + Q_{2t} \cdot z \quad [\text{kWh}]$$

kde	Q_{2p}	teplo dodané ohřívačem do teplé vody během periody [kWh]
	Q_{2t}	teoretické teplo odebrané z ohřívače v době periody [kWh]
	Q_{2z}	teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody v době periody [kWh]
	V_{2p}	celková potřeba tepla v dané periodě $[\text{m}^3]$
	θ_1	teplota studené vody (použito 10 °C) [°C]
	θ_2	teplota teplé vody (použito 55 °C) [°C]
	z	předpokládané procento ztrát (použito 50 %)

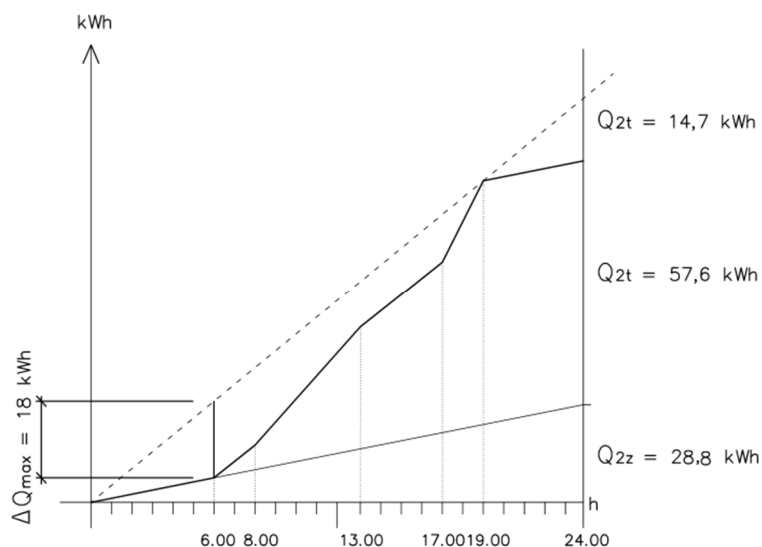
$$Q_{2p} = 1,163 \cdot 1,1 \cdot (55 - 10) + 57,57 \cdot 0,5 = 86,35 \text{ kWh}$$

Průběh odběru teplé vody během dne

Tabulka 12 Odběr teplé vody během dne

Denní doba	%	Q_{2t}	Q_{2p}
6.00 - 8.00	10%	5,76	8,635
8.00 - 13.00	40%	23,04	34,54
13.00 - 17.00	20%	11,52	17,27
17.00 - 19.00	30%	17,28	25,905
Celkem	100%	57,60	86,35

Potřebný objem zásobníku se určí z křivky odběru teplé vody. Křivka odběru teplé vody je závislost odběru teplé vody na čase během periody, v tomto případě stanovená z časového rozboru odběru teplé vody.



Obrázek 32 Křivka odběru teplé vody

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{18}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,34 \text{ m}^3$$

Jako způsob přípravy teplé vody v řešeném objektu byl zvolen zásobníkový ohřev. Celková potřeba teplé vody v administrativní budově není nijak velká a navržený zásobník má objem 400 l, v létě ale bude voda ohřívána vloženým elektrickým tělesem a plynový kondenzační kotel bude odstaven.

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{101,1}{24} = 4,21 \text{ kWh}$$

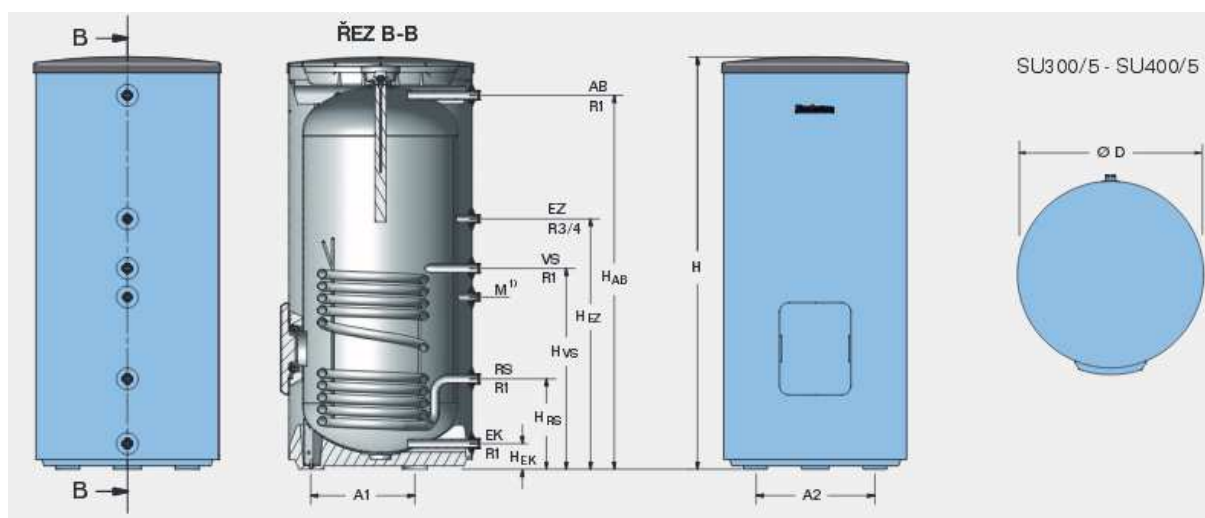
Pro výpočet teplosměnné plochy zásobníku je třeba znát rozdíl teplot Δt (pro zajištění výpočtu byl teplotní rozdíl upraven na 75/55,1 °C).

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(75 - 10) - (55,1 - 55)}{\ln \frac{(75 - 10)}{(55,1 - 55)}} = 34,7 \text{ K}$$

$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} = \frac{4,21 \cdot 10^3}{420 \cdot 34,7} = 0,29 \text{ m}^2$$

Do objektu byl na základě předchozích výpočtů navržen zásobník od firmy Buderus – Logalux SU400/5. Objem zásobníku je 390 l, teplosměnná plocha je 1,8 m². Zásobník bude osazen elektrickou topnou vložkou 4,5 kW/400V.

7.1. Technický list zásobníku teplé vody Logalux SU400/5



			SU160/5 (W)	SU200/5 (W)	SU300/5 (W)	SU400/5 (W)
Objem zásobníku	I		160	200	300	390
Průměr	Ø D	mm	550	550	670	670
Výška	H	mm	1300	1530	1495	1835
Klopná míra		mm	1410	1625	1655	1965
Výška místnosti ¹⁾		mm	–	–	1850	2100
Vstup otopné vody	H _{VS}	mm	553	553	722	898
Zpátečka	H _{RS}	mm	265	265	318	318
Vstup studené vody	H _{EK}	mm	81	81	80	80
Cirkulace	H _{EZ}	mm	703	703	903	1143
Výstup teplé vody	H _{AB}	mm	1138	1399	1355	1695
Teplosměnná plocha výměníku	m ²		0,9	0,9	1,3	1,8
Objem otopné vody	I		6,0	6,0	8,8	12,1
Pohotovostní tepelná ztráta ²⁾	kWh/24h		1,8	2,0	1,94	2,12
Hmotnost ³⁾	netto kg		7,4	8,4	10,5	11,9
Max. provozní tlak	bar		16 otopná voda / 10 teplá voda			
Max. provozní teplota	°C		160 otopná voda / 95 teplá voda			
Vzdálenost nohou	A1	mm	288	288	380	380
Vzdálenost nohou	A2	mm	333	333	440	440

Obrázek 33 Technický list Logalux SU400/5

8. Návrh oběhových čerpadel

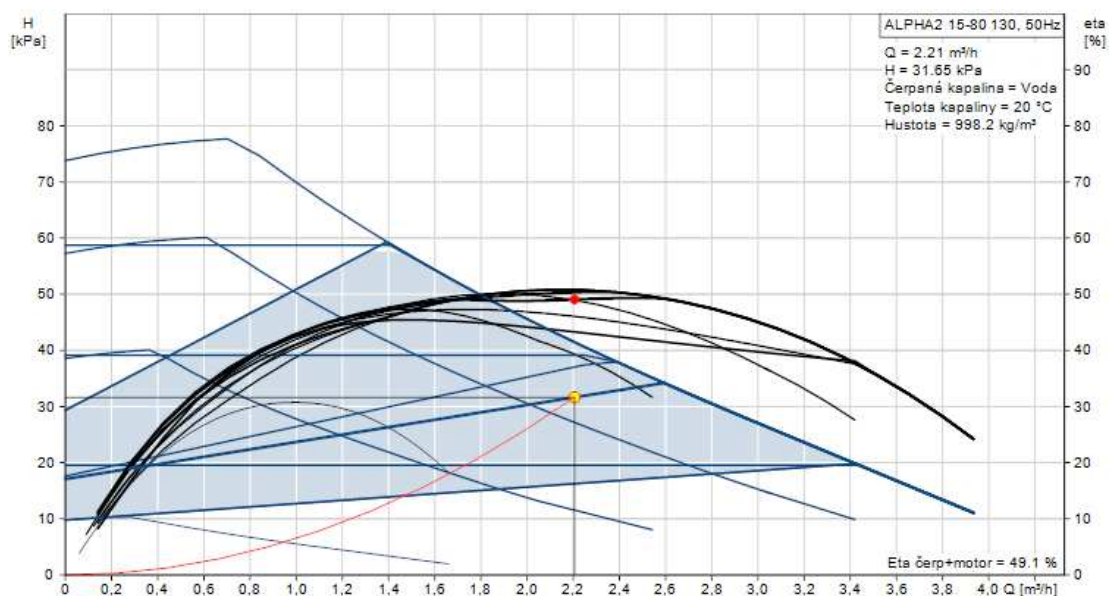
Návrh oběhových čerpadel byl proveden v návrhovém programu společnosti Grundfos. Vstupní parametry odpovídají uvedeným vypočteným tlakovým a průtokovým poměrům.

8.1. Oběhové čerpadlo pro východní větev systému TABS

Průtok: 2,21 m³/h

Tlak: 31,65 kPa

Navrženo: **ALPHA2 15-80 130**



Obrázek 34 Výkonová křivka navrženého čerpadla

Technické údaje:

max. provozní tlak

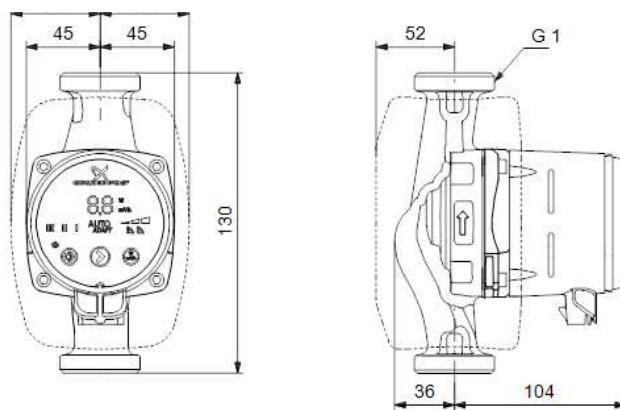
10 bar

teplota kapaliny

2 – 110 °C

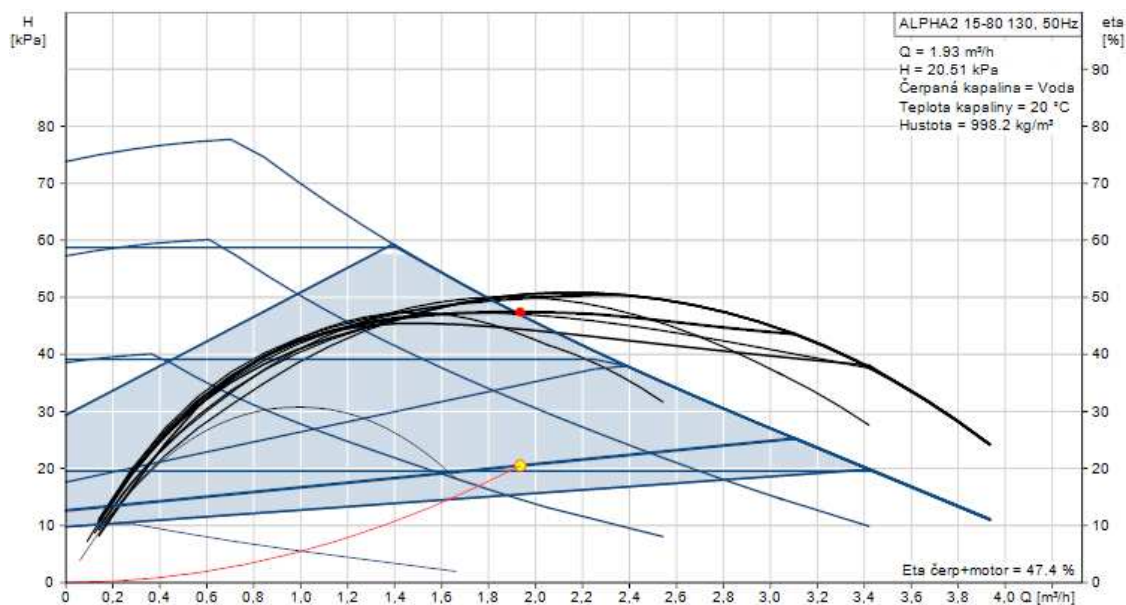
čistá hmotnost

1,76 kg



8.2. Oběhové čerpadlo pro západní větev systému TABS

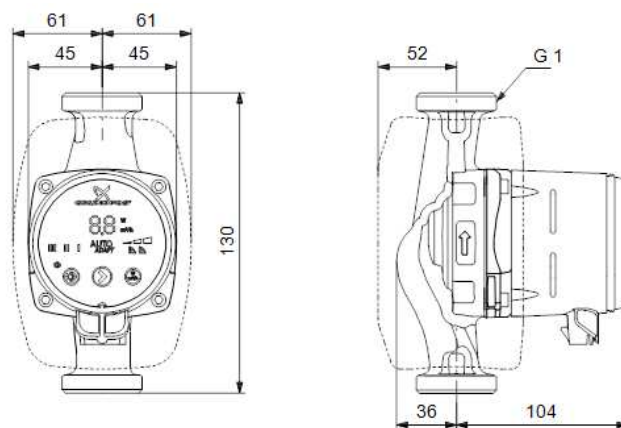
Průtok: 1,94 m³/h
 Tlak: 20,51 kPa
 Navrženo: **ALPHA2 15-80 130**



Obrázek 35 Výkonová křivka navrženého čerpadla

Technické údaje:

max. provozní tlak 10 bar
 teplota kapaliny 2 – 110 °C
 čistá hmotnost 1,76 kg

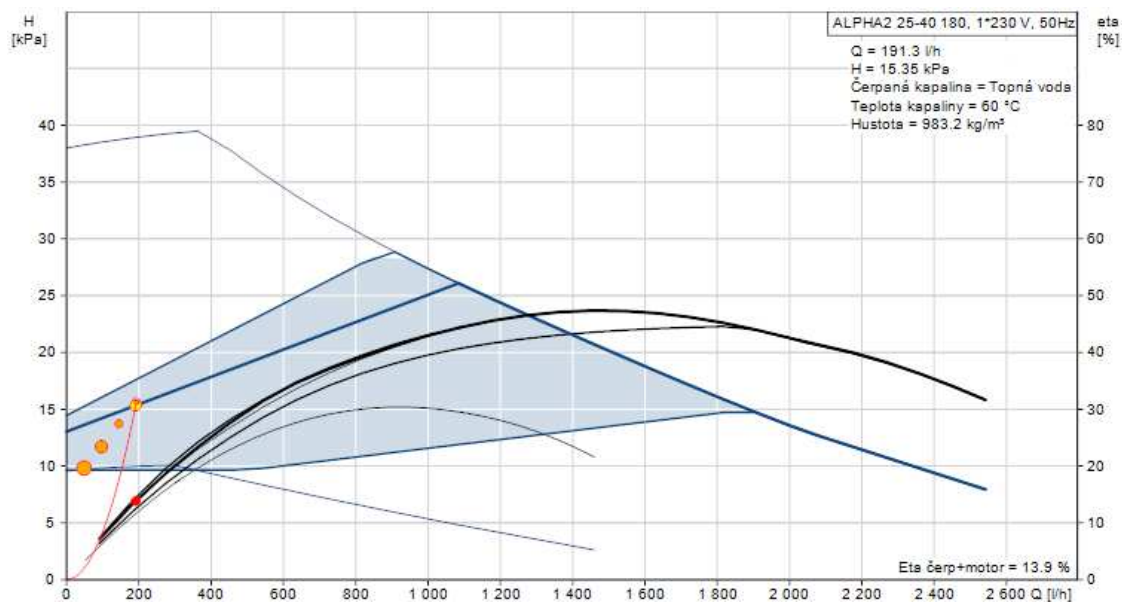


8.3. Oběhové čerpadlo pro větev s otopnými tělesy

Průtok: 0,19 m³/h

Tlak: 15,61 kPa

Navrženo: **ALPHA2 25-40 180**

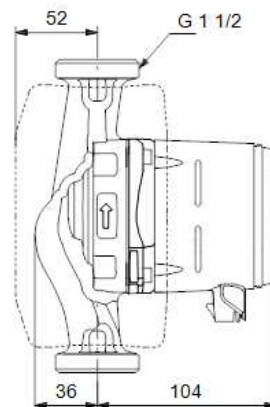


Obrázek 36 Výkonová křivka navrženého čerpadla

Technické údaje:

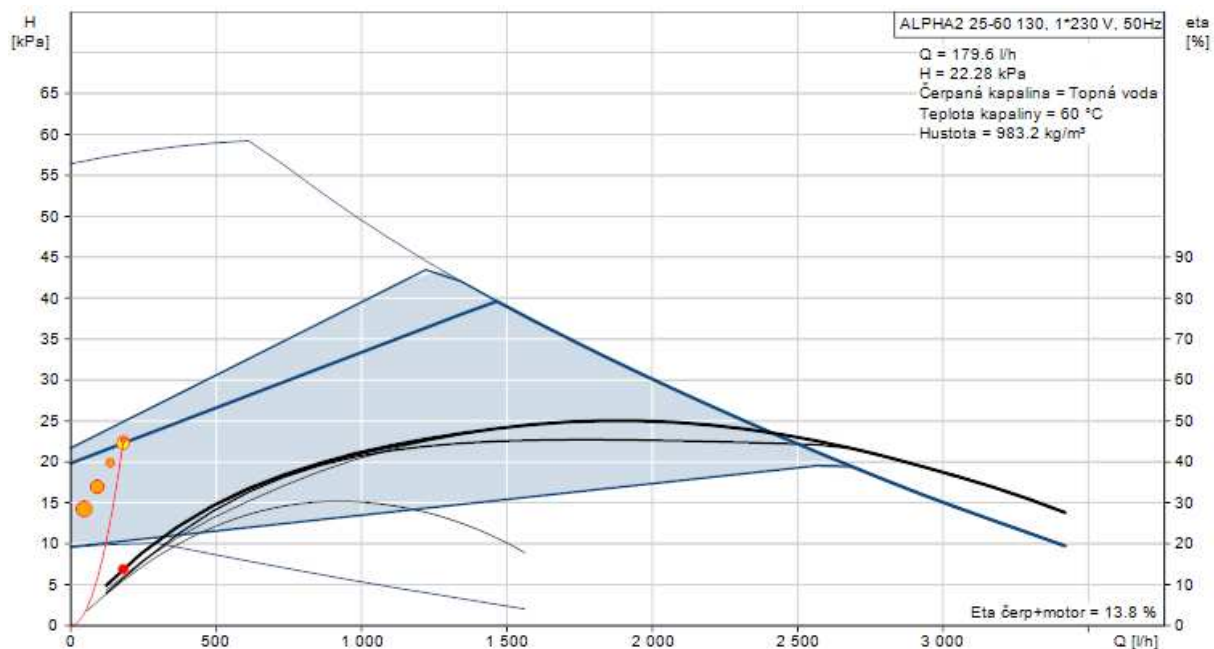
max. provozní tlak
teplota kapaliny
čistá hmotnost

10 bar
2 – 110 °C
2,01 kg



8.4. Oběhové čerpadlo k zásobníku teplé vody

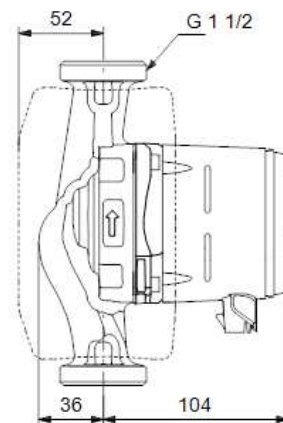
Průtok: 0,18 m³/h
 Tlak: 22,63 kPa
 Navrženo: **ALPHA2 25-60 130**



Obrázek 37 Výkonová křivka navrženého čerpadla

Technické údaje:

max. provozní tlak 10 bar
 teplota kapaliny 2 – 110 °C
 čistá hmotnost 1,88 kg

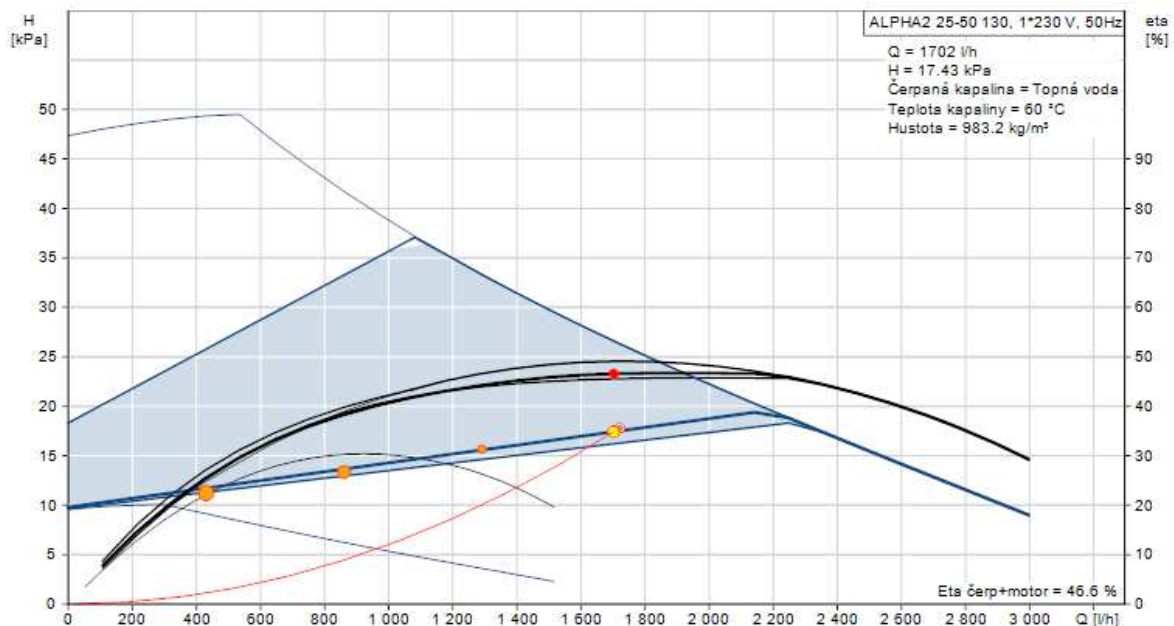


8.5. Oběhové čerpadlo na větví k VZT jednotce

Průtok: 1,72 m³/h

Tlak: 17,81 kPa

Navrženo: ALPHA2 25-50 130

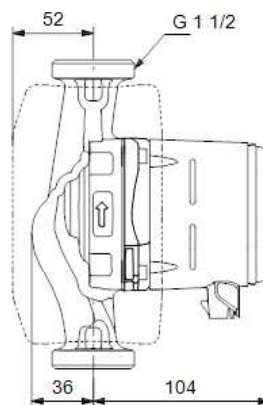


Obrázek 38 Výkonová křivka navrženého čerpadla

Technické údaje:

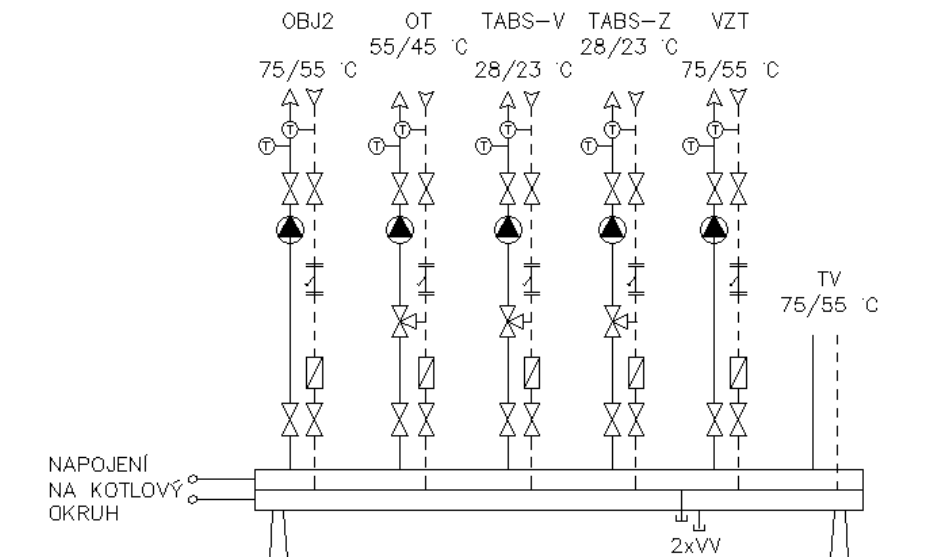
max. provozní tlak
teplota kapaliny
čistá hmotnost

10 bar
2 – 110 °C
1,88 kg



8.6. Oběhové čerpadlo v kotlovém okruhu

Pro návrh oběhového čerpadla v kotlovém okruhu je potřeba znát teplotní rozdíl v primárním okruhu. Ten byl určen z maximální požadované teploty na jednotlivých větvích a z přibližné teploty vracující se ze sběrače. Výpočet teploty vratné vody je váženým průměrem ze všech vratných potrubí v systému.



Obrázek 39 Schéma R+S

Při výpočtu už se uvažuje s mixováním vody na trojcestných ventilech tří větví, tudíž se do sběrače vrací menší průtok vratné vody.

$$\begin{aligned} \text{OT:} \quad & 193,4 \text{ kg/h} \cdot 55^\circ\text{C} = 45^\circ\text{C} \cdot x + 75^\circ\text{C} \cdot (193,4 \text{ kg/h} - x) \\ & x = 128,9 \text{ kg/h} \\ & \text{do sběrače se vrací } 64,5 \text{ kg/h vody o teplotě } 45^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TABS-V:} \quad & 2\,205,2 \text{ kg/h} \cdot 28^\circ\text{C} = 23^\circ\text{C} \cdot x + 75^\circ\text{C} \cdot (2\,205,2 \text{ kg/h} - x) \\ & x = 1\,993,2 \text{ kg/h} \\ & \text{do sběrače se vrací } 212 \text{ kg/h vody o teplotě } 23^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TABS-Z:} \quad & 1\,935,3 \text{ kg/h} \cdot 28^\circ\text{C} = 23^\circ\text{C} \cdot x + 75^\circ\text{C} \cdot (1\,935,3 \text{ kg/h} - x) \\ & x = 1\,749,2 \text{ kg/h} \\ & \text{do sběrače se vrací } 186,1 \text{ kg/h vody o teplotě } 23^\circ\text{C} \end{aligned}$$

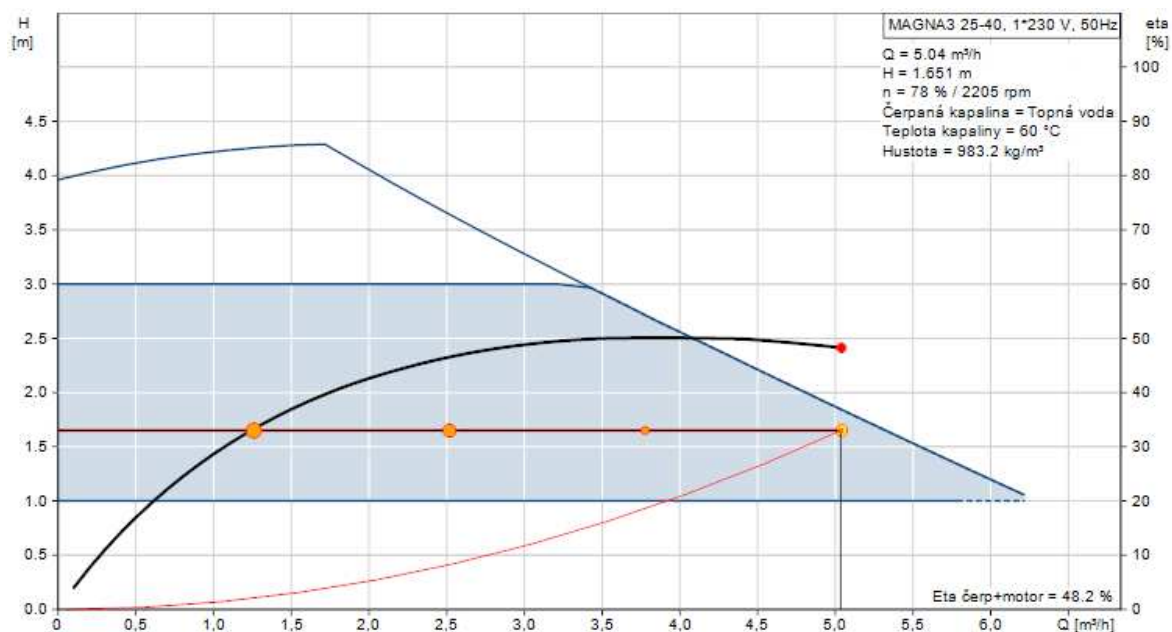
Výsledná vratná teplota se určí z celkového průtoku ze sběrače.

$$\begin{aligned} & \frac{55^\circ\text{C} \cdot 2\,867,6 \text{ kg/h} + 45^\circ\text{C} \cdot 64,5 \text{ kg/h} + 23^\circ\text{C} \cdot 212 \text{ kg/h} + 23^\circ\text{C} \cdot 186,1 \text{ kg/h} + 55^\circ\text{C} \cdot 1\,721,4 \text{ kg/h} + 55^\circ\text{C} \cdot 181 \text{ kg/h}}{(2\,867,6 + 64,5 + 212 + 186,1 + 1\,721,4 + 181)} \\ & = \frac{273\,913,8}{5\,223,6} = 52,4^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Teplota zpátečky v kotlovém okruhu byla zvolena 50°C . Navržený teplotní spád je tedy $75/50^\circ\text{C}$.

Č.ú.	Výkon Q (W)	M (kg/h)	l (m)	D x tl	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi$	Z (Pa)	Δp_{rv}	R.l+Z	pozn.
K	133 300,0	5043,2	9,90	54x2	88,6	0,67	877,14	37,9	8507	6800	16184	kotel

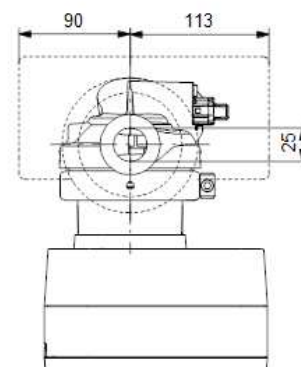
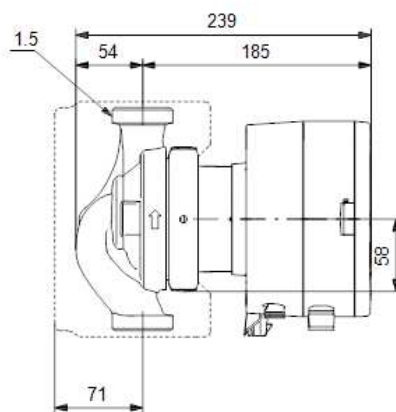
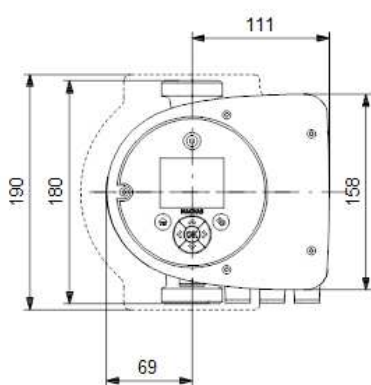
Průtok: 5,04 m³/h
 Tlak: 16,18 kPa
 Navrženo: **MAGNA3 25-40**



Technické údaje:

max. provozní tlak
 teplota kapaliny
 čistá hmotnost

10 bar
 -10 – 110 °C
 4,81 kg



9. Návrh dalších zařízení

9.1. Hlavní rozdělovač a sběrač

Do kotelny byl navržen hlavní kompaktní rozdělovač a sběrač, na který bude připojeno šest větví. V závislosti na průtoku má kompaktní rozdělovač a sběrač dimenzi DN 50 a bude umístěn na trubkových nohách.

Navržen: KRS 50.06.2 – DN40, DN20, DN40, DN40, DN32, DN15

Technické parametry

Dimenze KRS v závislosti na průtoku

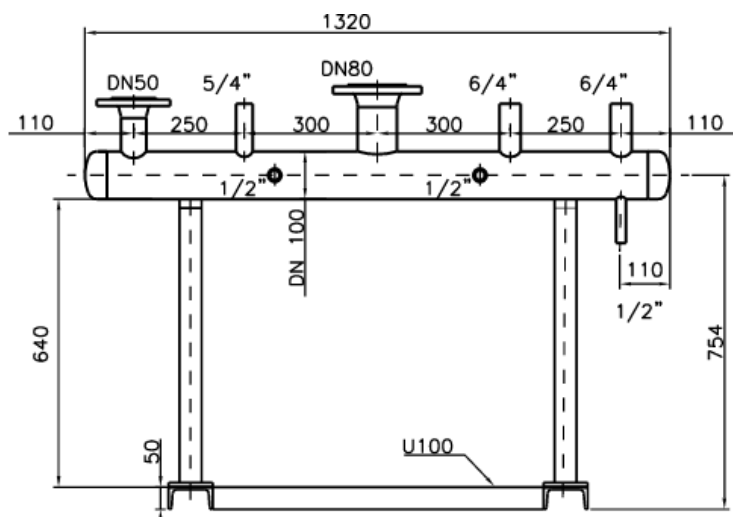
DN komor sběrače a rozdělovače	Maximální průtok [m³/h]
32	2,1
40	3,46
50	5,54

Značení

	KRS xxx . xx . x (N)
Kompaktní rozdělovač a sběrač	_____
Průměr tělesa	_____
Jmenovitý tlak – PN	_____
Upevnění	_____
1 – konzole	_____
2 – trubkové nohy	_____
Materiál	_____
bez ozn. – ocel tř. 11	_____
N – ocel tř. AISI304	_____

Příklad : Kompaktní rozdělovač a sběrač – průměr tělesa 100, jmenovitý tlak PN 6, na trubkových nohou, materiál – ocel tř. 11, hrdla v pořadí zleva DN25, DN40, DN80, DN15, DN65:

KRS 100.06.2 - DN25, DN40, DN80, DN15, DN65



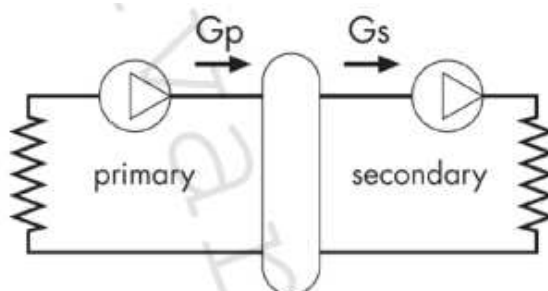
Obrázek 40 Technické parametry navrženého R + S



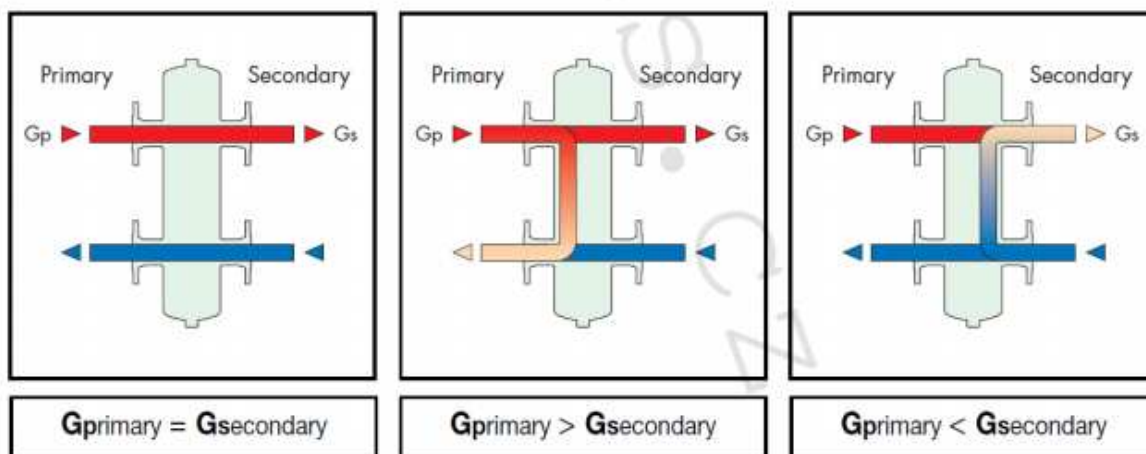
9.2. Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

Navržen HVDT **IVAR.548 Z (6/4")**. HVDT zajišťuje hydraulickou stabilitu otopné soustavy, hydraulicky odděluje primární okruh zdroje a sekundární okruh otopné soustavy a vyrovnává rozdíl tlaků mezi vstupem a výstupem sekundárního okruhu. Umožňuje odstranění vzduchových bublin a odstranění nečistot, čímž prodlužuje životnost celého systému. HVDT obsahuje tělo hydraulického oddělovače, vypouštěcí a napouštěcí ventil, automatický odvzdušňovací ventil, připojovací šroubení a tepelnou izolaci. Primární okruh je navržen tak, že průtok v něm je o 10 % větší, než průtok v sekundárním okruhu.

KÓD	TYP	SPECIFIKACE
548006	IVAR.548 Z	1"; 2500 l/hod
548007	IVAR.548 Z	5/4"; 4000 l/hod
548008	IVAR.548 Z	6/4"; 6000 l/hod



Tři možné případy hydraulického vyvážení jsou uvedeny níže.



Obrázek 41 Technické parametry HVDT

10. Větrání kotelny

Účinná výška komínu je 14 m a podle ní a návrhového výkonu zdroje tepla byl navržen průměr komínových vložek 300 mm. Do objektu byl navržen komínový systém SCHIEDEL ICS, univerzální třívrstvý nerezový systém, který je vhodný pro plynový kondenzační kotel. Komín je veden uvnitř objektu, jak je uvedeno ve výkresové dokumentaci, a bude umístěn v šachtě.

Tloušťka stěny komínu je 0,5 mm pro DN 300, přičemž tepelná izolace je tloušťky 25 mm. Kotel je proveden jako typ B, tedy je k němu přiváděn vzduch z místnosti.

Pro výpočet větrání kotelny jsou potřeba tyto vstupní hodnoty:

výkon	$Q_z = 133,3 \text{ kW}$
objem místnosti	$V_k = 77,25 \text{ m}^3$
tepelná ztráta místnosti	$\Phi_i = 515,67 \text{ W}$
součinitel přebytku kyslíku	$\lambda = 1,3$
výhřevnost zemního plynu	$H = 33,48 \text{ MJ/m}^3$
účinnost kotle	$\eta = 105 \text{ \%}$ (normovaný stupeň využití dle podkladů výrobce)

Teoretický objem spalovacího vzduchu činí

$$V_{min} = 0,260 \cdot H - 0,25 = 0,260 \cdot 33,48 - 0,25 = 8,45 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Skutečný objem spalovacího vzduchu je pak

$$V_{sk} = \lambda \cdot V_{min} = 1,3 \cdot 8,45 = 10,99 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Potřeba paliva v zimním období se určí jako

$$P = \frac{Q_z}{\eta \cdot H} = \frac{133,3 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 33,48} = 0,003 \, 79 \text{ m}^3/\text{s}$$

Průtok spalovacího vzduchu pro zdroj tepla je tedy

$$V_{sp} = V_{sk} \cdot P = 10,99 \cdot 0,003 \, 79 = 0,0417 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{145 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Pro minimální výměnu vzduchu v místnosti $0,5 \text{ h}^{-1}$ je potřeba

$$V_{min,hyg} = n \cdot V_k = 0,5 \cdot 77,25 = 38,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Protože $V_{sp} > V_{min,hyg}$, podílí se průtok vzduchu na spalování i na větrání kotelny. Výměna vzduchu v místnosti kotelny je tedy $1,9 \text{ h}^{-1}$. Pro přívod vzduchu je navržen průduch ve stěně kotelny, který zajistí dostatečný a trvalý přísun vzduchu pro spalování. Průduch bude chráněn protidešťovou žaluzií.

$$S = \frac{V_{sp}}{v} = \frac{0,0417}{1,5} = 0,0278 \text{ m}^2$$

Na průduch je navržena protidešťová žaluzie 200/250 mm o průtočné ploše $0,03 \text{ m}^2$. Průduch pro odvod vzduchu z kotelny byl pro dobu odstavení kotle navržen z minimální výměny vzduchu. Potřebná plocha je $0,007 \text{ m}^2$, a tak byl navržen průřez větracího potrubí 100 mm.

11. Tepelná bilance kotelny

V zimním období budou v provozu veškerá navržená zařízení, jako zdroj tepla a zásobník teplé vody. V letním období bude v provozu pouze elektrická topná vložka v zásobníku teplé vody. Tepelná bilance kotelny byla provedena jak pro zimní, tak letní období, již se zahrnutím systému TABS.

11.1. Zimní období

Při výpočtu je uvažováno, že tepelná produkce kotle a veškerých potrubních rozvodů do okolí činí 1 % z celkového instalovaného výkonu, tedy 133,3 kW.

$$Q_{z,1} = 0,01 \cdot 133\,300 = 1\,333\,W$$

Nad kotelnou jsou ve stropní konstrukci navrženy moduly TABS o celkové ploše 23,50 m², což při režimu vytápění odpovídá výkonu 517,0 W. Výsledný tepelný výkon v kotelně je tedy určen jako

$$Q_Z = 1\,333 + 517 = 1\,850\,W$$

Výpočtová teplota kotelny je 15 °C, čemuž odpovídá měrná tepelná ztráta prostupem (viz kapitola 2.2).

$$H_T = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{161,1}{27} = 5,97\,W/K$$

Měrná tepelná ztráta větráním pro zimní období je ale určena z průtoku spalovacího vzduchu, ne z hygienického minima.

$$H_V = V_{sp} \cdot \rho \cdot c = 0,0417 \cdot 1300 = 54,21\,W/K$$

Za těchto návrhových podmínek je výsledná teplota vzduchu v kotelně následující

$$t_{i,z} = t_e + \frac{Q_Z}{H_T + H_V} = -12 + \frac{1\,850}{5,97 + 54,21} = 18,7\,^{\circ}C$$

Minimální předepsaná teplota v kotelně během zimního období je 7,5 °C, což je i s rezervou splněno.

11.2. Letní období

Tepelné zisky v letním období jsou tvořeny ztrátovým teplem ze zásobníku teplé vody a ze solárních zisků okny. V kotelně se nachází jedno okno o ploše 0,30 m² a je orientováno západním směrem, čemuž odpovídá zisk 80 W/m². Systém TABS zároveň pracuje v chladícím režimu.

$$Q_L = I \cdot S_o + 0,001 \cdot Q = 80 \cdot 0,3 + 0,01 \cdot 4200 = 66\,W$$

Neboť v letním období je v kotelně zajištěna pouze minimální hygienická výměna vzduchu, je měrná tepelná zátěž pro letní období rovna

$$H_V = V_{min,hyg} \cdot \rho \cdot c = 0,0107 \cdot 1300 = 13,94\,W/K$$

Celková tepelná bilance kotelny byla sestavena z chladícího výkonu, tepelných ztrát prostupem a tepelných zisků větráním. Z návrhových hodnot systému TABS pro chlazení je odvozen součinitel přestupu tepla $\alpha = 3,7\,W/m^2 \cdot K$.

$$869,5\,W = 23,5\,m^2 \cdot \alpha \cdot (26^{\circ}C - 16^{\circ}C)$$

Výsledná tepelná bilance pro kotelnu v letním období je rovna

$$\alpha \cdot A \cdot (t_i - t_{pi}) + H_V \cdot (t_i - t_e) + H_T \cdot (t_i - t_g) = Q_L$$

$$3,7 \cdot 23,5 \cdot (t_i - 16) + 13,94 \cdot (t_i - 29) + 5,97 \cdot (t_i - 5) = 66$$

$$t_i = 11,1^{\circ}\text{C}$$

Protože je předpokládána povrchová teplota stropu rovna 16°C , je třeba zajistit v kotelně teplotu vyšší, aby nedocházelo ke kondenzaci na stropě. Návrhová teplota v kotelně je tedy zvolena 18°C . Zpětným výpočtem z tepelné bilance získáme potřebnou měrnou tepelnou zátěž větráním, která je pak $H_V = 16,9 \text{ W/K}$. Z toho se pak odvodí potřebný průtok vzduchu. Pro zajištění vypočteného průtoku je navržen axiální ventilátor ECOLINE 100.

$$H_V = V_{let} \cdot \rho \cdot c$$

$$V_{let} = \frac{16,9}{1300} = 0,013 \text{ m}^3/\text{s} = 47 \text{ m}^3/\text{h}$$

11.3. Technický list ventilátoru ECOLINE 100

ECOLINE

CHARAKTERISTIKA

- Ventilátor pro kratší vzduchotechnické potrubí s nízkou tlakovou ztrátou, případně k odsávání přímo přes zeď
- Provedení ECOLINE 100, ECOLINE 120, ECOLINE 150
- Skříň je vyrobena z vysoce kvalitního antistatického technopolymery bílé barvy
- Automatická žaluzie na předním krytu
- Kuličková ložiska
- Tenký plochý přední štít
- Snadná a rychlá instalace v horizontální nebo vertikální poloze

POUŽITÍ

Tento typ ventilátorů je vzhledem ke svým parametrům předurčen k použití pro kratší vzduchotechnické potrubí s nízkou tlakovou ztrátou, případně k odsávání přímo přes zeď. Nedoporučuje se přímá montáž do podhledů a konstrukcí, které mohou rezonovat.

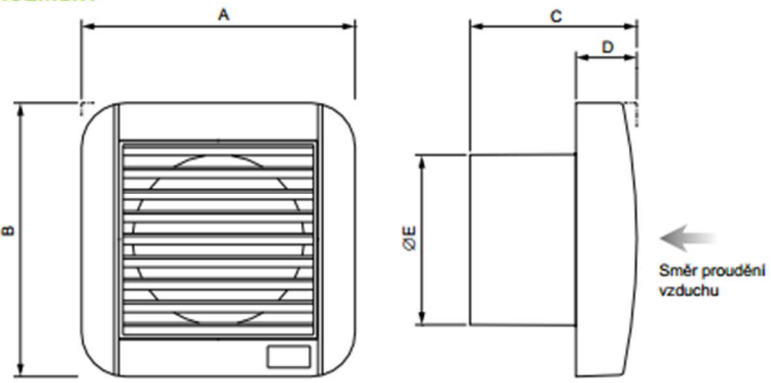
OBĚŽNÉ KOLO

Oběžné kolo je axiální. Je vyrobeno z nárazuvzdorného plastu bílé barvy.

MOTOR

AC motor s kotvou nakrátko. Je vybaven kuličkovými ložisky s tukovou náplní na celou dobu životnosti a tepelnou pojistkou proti přetížení. Napájení 230V/50Hz. Krytí IPX4. Pracovní teplota maximálně $+40^{\circ}\text{C}$.

ROZMĚRY



Typ	Rozměry [mm]					Hmotnost [kg]
	A	B	C	D	ØE	
ECOLINE 100	155	155	101	44	97	0,6
ECOLINE 120	180	180	121	51	119	0,8
ECOLINE 150	209	209	137	52	149	1,2

Typ	Objemový průtok [m³/h]	Tlak [Pa]	Příkon [W]	Hluk* [dB(A)]
ECOLINE 100	90	27	13	39
ECOLINE 120	170	40	15	42
ECOLINE 150	320	70	25	49

* Hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 3 m od sání ventilátoru

Obrázek 42 Technický list ventilátoru

12. Roční potřeba tepla

Pro výpočet roční potřeby tepla byly použity hodnoty získané výpočtem tepelných ztrát (viz kapitola 2.2.). K určení dalších potřebných hodnot byla použita Topenářská příručka – 3. Roční potřeba tepla je v tomto výpočtu řešena pouze pro jeden objekt.

12.1. Roční potřeba tepla pro vytápění objektu

Potřebné vstupní hodnoty:

celková tepelná ztráta prostupem	$Q_{tr} = 19,34 \text{ kW}$
měrná tepelná ztráta prostupem	$H_T = Q_{tr}/\Delta t = 19,34 \cdot 10^3 / 32 = 604,4 \text{ W/K}$
tepelná ztráta větráním	$Q_{ve} = 2,10 \text{ kW}$
měrná tepelná ztráta větráním	$H_V = Q_{ve}/\Delta t = 2,10 \cdot 10^3 / 32 = 65,6 \text{ W/K}$

Výpočet solárních zisků byl proveden dle

$$Q_{sol} = \sum S_{o,i} \cdot I_i \cdot g \text{ [kWh/den]}$$

kde	$S_{o,i}$	příslušná plocha okna [m^2]
	I_i	intenzita slunečního záření [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{den}$]
	g	propustnost okna (použito $g = 0,85$)

Měrné tepelné zisky z vnitřních zdrojů zahrnují tepelnou zátěž od osob a spotřebičů.

$$q_{app} = \frac{p_h \cdot n \cdot Q_{osoby} + Q_{spotřebiče}}{S} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

kde	p_h	procento denní doby, kdy jsou přítomni uživatelé (použito $p_h = 0,42$)
	n	počet osob (použito $n = 115$)
	Q_{osoby}	průměrný tepelný výkon na osobu (použito $Q_{osoba} = 100 \text{ W}$)
	$Q_{spotřebiče}$	průměrný tepelný výkon spotřebičů (použito $Q_{spotřebiče} = 2\,000 \text{ W}$)
	S	celková podlahová plocha objektu (použito $S = 1\,580 \text{ m}^2$)

Výsledné tepelné zisky z vnitřních zdrojů jsou vztaheny k celkové podlahové ploše objektu a zohledňují i provozní dobu větracího systému.

$$Q_{int} = q_{app} \cdot S \cdot \frac{h_{pr}}{1000} \text{ [kWh/den]}$$

kde	h_{pr}	provozní doba větracího systému za jeden den (použito $h_{pr} = 14$)
-----	----------	---

Pro další výpočty jsou potřebné tyto jednotlivé hodnoty:

$$\gamma = \frac{Q_{sol} + Q_{int}}{|Q_{tr} + Q_{ve}|}$$

kde	γ	podíl zisků a ztrát v otopném režimu
-----	----------	--------------------------------------

$$C = C_m \cdot S$$

kde	C	vnitřní tepelná kapacita budovy [$\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$]
-----	-----	--

C_m měrná kapacita plošných konstrukcí (použito $C_m = 350 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, pro místnost s kobercem, podhledem a příčkami)

$$\tau = \frac{C/3600}{H_T + H_{VE}}$$

kde τ časová konstanta budovy [h]

$$a = 1 + \frac{\tau}{15}$$

kde a faktor setrvačnosti budovy

$$\eta_h = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$$

kde η_h stupeň využití zisků v topném režimu

Potřeba tepla pro jeden den se určí jako součet předchozích

$$Q_{h,d} = (Q_{TR} + Q_{VE}) - \eta_h \cdot (Q_{sol} + Q_{int}) \text{ [kWh/den]}$$

Pro výpočet potřeby chladu je použit stejný postup, pouze pro období květen až srpen je vnitřní návrhová teplota rovna $t_i = 26 \text{ °C}$. Dávky slunečního ozáření byly použity z normy TNI 73 0331, kde jsou uvedeny jako měsíční hodnoty. Pro účely orientačního výpočtu byly tyto hodnoty použity v závislosti na počtu dní v měsíci.

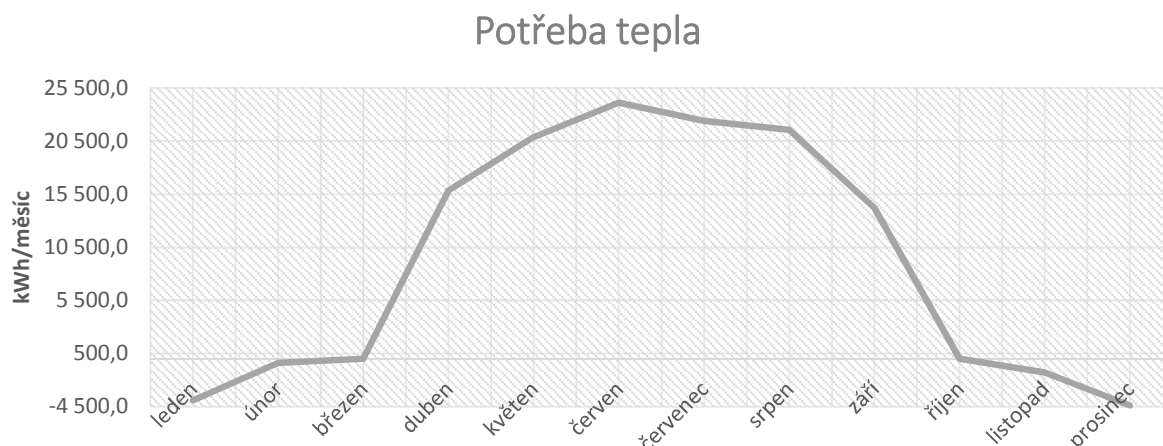
Pro určení potřeby chladu pro jeden den platí následující vztah

$$Q_{c,d} = (Q_{sol} + Q_{int}) - \eta_h \cdot (Q_{TR} + Q_{VE}) \text{ [kWh/den]}$$

Tabulka 13 Výpočet potřeby tepla a chladu

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	
te	-2,0	-0,6	3,7	8,7	14,1	16,9	18,8	17,8	14,0	8,7	3,6	-0,2	°C
Qtr	319,12	298,82	236,44	163,91	172,62	132,00	104,44	118,95	87,03	163,91	237,89	293,01	kWh/den
Qve	34,64	32,43	25,66	17,79	18,74	14,33	11,34	12,91	9,45	17,79	25,82	31,80	kWh/den
Qsol,j	12,95	23,01	26,55	28,50	29,28	29,50	29,48	36,25	26,36	21,44	12,30	8,88	kWh/den
Qsol,s	1,89	3,40	4,58	6,69	8,50	9,58	9,69	8,01	5,27	3,59	1,76	1,37	kWh/den
Qsol,v	51,76	95,90	148,21	215,91	317,78	331,82	300,08	286,92	178,96	108,95	49,77	38,38	kWh/den
Qsol,z	65,57	127,08	174,03	237,24	272,34	338,59	306,19	292,76	186,33	124,83	63,99	39,16	kWh/den
Qsol	132,17	249,39	353,37	488,33	627,90	709,48	645,44	623,93	396,93	258,80	127,82	87,80	kWh/den
qapp	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	W/m²
Qint	95,62	95,62	95,62	95,62	95,62	95,62	95,62	95,62	95,62	95,62	95,62	95,62	kWh/den
Y	0,64	1,04	1,71	3,21	3,78	5,50	6,40	5,46	5,11	1,95	0,85	0,56	
C	553000	553000	553000	553000	553000	553000	553000	553000	553000	553000	553000	553000	J/K
τ	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3	h
a	16,28	16,28	16,28	16,28	16,28	16,28	16,28	16,28	16,28	16,28	16,28	16,28	
η_h	1,00	0,92	0,58	0,31	0,26	0,18	0,16	0,18	0,20	0,51	0,99	1,00	
Qh,d	126,0	13,5	0,0	527,4	672,9	778,5	723,0	695,4	473,7	0,0	42,7	141,4	kWh/den
Qh,m	-3 906,9	-377,4	-0,5	15 822,3	20 860,2	24 133,7	22 412,2	21 557,1	14 209,5	-0,1	-1 281,1	-4 383,6	kWh/měsíc

Celková roční potřeba tepla je tedy $\Sigma Q_{h,m} = 9\,949,7 \text{ kWh}$. Roční potřeba chladu je $\Sigma Q_{h,m} = 118\,995,2 \text{ kWh}$.



Graf 1 Potřeba tepla a chladu

12.2. Potřeba tepla pro přípravu teplé vody

Tepla voda je ohřívána v zásobníku teplé vody, v zimním období spirálou, v letním období přídavným elektrickým tělesem. Z toho důvodu je potřeba tepla počítána pouze pro topnou sezónu.

Denní potřeba tepla pro přípravu teplé vody se určí dle vztahu

$$Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot \Delta t}{3600} \quad [kWh/den]$$

kde z předpokládané procento ztrát potrubí (použito $z = 50 \%$)

V_{2p} celková potřeba tepla v dané periodě (použito $V_{2p} = 1,1 \text{ m}^3$)

$$Q_{TUV,d} = (1 + 0,5) \cdot \frac{1000 \cdot 4180 \cdot 1,1 \cdot 45}{3600} = 86,21 \text{ kWh/den}$$

Následně je možné určit měsíční potřebu tepla a také potřebu paliva pro přípravu teplé vody, a to pro dvě navrhované varianty zdrojů tepla – kotel s nerezovým výměníkem a kotel s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku.

Kotel s nerezovým výměníkem

	leden	únor	březen	duben	květen	září	říjen	listopad	prosinec	
počet dnů	31	28	31	30	31	30	31	30	31	
$Q_{TUV,m}$	2 672	2 414	2 672	2 586	2 672	2 586	2 672	2 586	2 672	kWh/měsíc
potř. paliva	298,1	269,2	298,1	288,4	298,1	288,4	298,1	288,4	298,1	m^3

Celková potřeba tepla pro přípravu teplé vody v otopném období je $Q_{TUV} = 23,53 \text{ MWh}$, potřeba paliva je $P = 2\,624,88 \text{ m}^3$.

Kotel s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku

	leden	únor	březen	duben	květen	září	říjen	listopad	prosinec	
počet dnů	31	28	31	30	31	30	31	30	31	
$Q_{TUV,m}$	2 672	2 414	2 672	2 586	2 672	2 586	2 672	2 586	2 672	kWh/měsíc
potř. paliva	263,1	237,7	263,1	254,6	263,1	254,6	263,1	254,6	263,1	m ³

V případě kotle s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku je potřeba paliva nižší, neboť účinnost kotle udávaná výrobcem je téměř o 20 % vyšší. Roční potřeba paliva pro přípravu teplé vody je **$P = 2\,317,20\text{ m}^3$** .

12.3. Potřeba paliva pro vytápění objektu

Z vypočtené měsíční potřeby tepla je možné určit měsíční potřebu paliva, v tomto případě tedy zemního plynu. Výhřevnost zemního plynu je $H = 33,48\text{ MJ/m}^3$, zatímco účinnost kotle je dle výrobce $\eta = 96,4\%$ (pro kotel s nerezovým výměníkem) a $\eta = 109,2\%$ (pro kotel s výměníkem ze slitiny hliníku a slitiny).

$$P = \frac{Q_{h,m} \cdot 3,6}{H \cdot \eta} \quad [\text{m}^3]$$

Kotel s nerezovým výměníkem

	leden	únor	březen	duben	květen	září	říjen	listopad	prosinec	
Potřeba	435,79	42,10	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	142,90	969,80	m ³
Výhřevnost	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	16,88	MJ/m ³

Roční potřeba paliva pro vytápění objektu je **$P = 1\,590,65\text{ m}^3$** . Spolu s přípravou teplé vody v topné sezóně je celková potřeba paliva **$P_{\text{celkem}} = 4\,215,53\text{ m}^3$** .

Kotel s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku

	leden	únor	březen	duben	květen	září	říjen	listopad	prosinec	
Potřeba	384,71	37,16	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	126,15	856,13	m ³
Výhřevnost	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	16,88	MJ/m ³

Roční potřeba paliva pro vytápění objektu zdrojem tepla s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku je **$P = 1\,404,20\text{ m}^3$** . Celková potřeba zemního plynu na vytápění objektu a přípravu teplé vody je **$P_{\text{celkem}} = 3\,721,40\text{ m}^3$** .

13. Tepelná izolace potrubí

Systém TABS bude v letním období využíván pro chlazení objektu. Při návrhu tepelné izolace potrubí bylo tedy uvažováno i s touto variantou. Navržená tloušťka tepelné izolace je tedy ta větší z variant pro vytápění a chlazení. V sklepních prostorách bude izolováno veškeré potrubí, v nadzemních podlažích pak budou izolovány veškeré měděné rozvody k systému TABS, stejně jako R + S v jednotlivých zónách.

Pro výpočet tloušťky izolace byl použit následující postup, aplikovaný ve výpočtu na stránkách www.tzb-info.cz. Pro izolaci potrubí je použito izolační pouzdro ISOVER s $\lambda = 0,040 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

$$Q_{ztr} = U_o \cdot l \cdot (t_{in} - t_{out}) \quad [W]$$

kde Q_{ztr} tepelná ztráta potrubí [W]

U_o součinitel prostupu tepla válcovou stěnou [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]

l délka potrubí

t_{in} teplota média v potrubí [$^{\circ}\text{C}$]

t_{out} teplota vzduchu obklopující potrubí [$^{\circ}\text{C}$]

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_i \cdot (d - 2 \cdot s_t)} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d - 2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} \quad [W/m \cdot K]$$

kde α_i součinitel přestupu tepla mezi médiem a vnitřním povrchem trubky [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]

d vnější průměr trubky [m]

s_t tloušťka stěny trubky [m]

D vnější průměr potrubí včetně tepelné izolace [m]

λ_t součinitel tepelné vodivosti trubky [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]

λ_{iz} součinitel tepelné vodivosti tepelné izolace [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]

Tabulka 14 Tepelná izolace potrubí

Rozměr potrubí	Teplota vody	Teplota okolního vzduchu	Požadované U_{oN} [$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$]	Tloušťka izolace	U_o [$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$]	Celkový rozměr potrubí	Povrchová teplota
Potrubí k systému TABS							
28 x 1,5	16 $^{\circ}\text{C}$	26 $^{\circ}\text{C}$	0,180	50 mm	0,159	128 mm	$t_{p,iz} = 25,6 \text{ }^{\circ}\text{C} > t_w$
35 x 1,5	16 $^{\circ}\text{C}$	26 $^{\circ}\text{C}$	0,180	50 mm	0,178	135 mm	$t_{p,iz} = 25,6 \text{ }^{\circ}\text{C} > t_w$
42 x 1,5	16 $^{\circ}\text{C}$	26 $^{\circ}\text{C}$	0,270	50 mm	0,197	142 mm	$t_{p,iz} = 25,6 \text{ }^{\circ}\text{C} > t_w$
Potrubí k otopným tělesům							
12 x 1	55 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$	0,150	30 mm	0,132	72 mm	$t_{p,iz} = 22 \text{ }^{\circ}\text{C} > t_w$
15 x 1	55 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$	0,150	30 mm	0,146	75 mm	$t_{p,iz} = 22,2 \text{ }^{\circ}\text{C} > t_w$
18 x 1	55 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$	0,180	30 mm	0,160	78 mm	$t_{p,iz} = 22,3 \text{ }^{\circ}\text{C} > t_w$
Potrubí k přípravě teplé vody, k VZT a do vedlejšího objektu							
15 x 1	75 $^{\circ}\text{C}$	15 $^{\circ}\text{C}$	0,150	30 mm	0,146	75 mm	$t_{p,iz} = 18,7 \text{ }^{\circ}\text{C} > t_w$
35 x 1,5	75 $^{\circ}\text{C}$	15 $^{\circ}\text{C}$	0,180	50 mm	0,178	135 mm	$t_{p,iz} = 17,5 \text{ }^{\circ}\text{C} > t_w$
54 x 2	75 $^{\circ}\text{C}$	15 $^{\circ}\text{C}$	0,270	50 mm	0,228	154 mm	$t_{p,iz} = 17,8 \text{ }^{\circ}\text{C} > t_w$

13.1. Technický list tepelné izolace

POTRUBNÍ IZOLAČNÍ POUZDRO

Vyřezávané izolační pouzdro

PŘEDNOSTI

- velmi dobré tepelné izolační vlastnosti (nízká tepelná vodivost)
- požární ochrana – nehořlavý materiál
- vysoká teplotní odolnost (možnost použití až do nejvyšší provozní teploty, tzv. MST)
- velmi dobrá pohltivost zvuku (vysoký činitel pohltivosti)
- ekologická a hygienická nezávadnost
- vodoodpudivost – izolační materiály Isover jsou hydrofobizované
- dlouhá životnost
- odolnost proti dřevokazným škůdcům, hlodavcům a hmyzu
- vynikající zpracovatelnost – výrobek lze snadno řezat ostrým nožem

TECHNICKÉ PARAMETRY

Parametr	Jednotka	Hodnota			Norma			
TEPELNÉ VLASTNOSTI								
Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti dle ČSN EN ISO 13787	°C	10	50	100	150	200	250	300
	W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	0,040	0,045	0,056	0,070	0,089	0,112	0,139
Měřená hodnota souč. tepelné vodivosti podle ČSN EN ISO 8497	W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	0,039	0,043	0,053	0,066	0,084	0,106	0,131
Nejvyšší provozní teplota / na straně hliníkové fólie	°C	620 / max. 100			ČSN EN 14707			
Měrná tepelná kapacita c _p	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹	800			-			
FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI								
Objemová hmotnost	kg·m ⁻³	65			ČSN EN 1602, ČSN EN 13470			
Krátkodobá nasákavost W _p	kg·m ⁻²	<< 1			ČSN EN 1609			
Ekvivalentní difuzní tloušťka hliníkové fólie s _d	m	> 100			ČSN EN 12086			
PROTIPOŽÁRNÍ VLASTNOSTI								
Izolační pouzdro bez polepu: Reakce na oheň	-	A1			ČSN EN 13501-1			
Izolační pouzdro s hliníkovým polepem: Reakce na oheň – doplňková klasifikace na tvorbu kouře, plamenné hořící částice	-	A2-s1, d0			ČSN EN 13501-1			
Třída hořlavosti	-	A2			DIN 4102			
Stupeň hořlavosti	-	B – nesnadno hořlavé			ČSN 73 0862			
Index šíření plamene i _s	mm·min ⁻¹	0,00			ČSN 73 0863			
Bod tání t _f	°C	≥ 1000			DIN 4102 díl 17			

Obrázek 43 Technický list izolačního pouzdra

13.2. Dilatace potrubí

U delších rozvodů potrubí je potřeba zajistit dilataci kvůli teplotní roztažnosti. V řešeném objektu je třeba dilatovat pouze měděné rozvody vedené pod stropem. Dilatace je možné řešit ohybem, osovým kompenzátorem nebo kompenzátorem tvaru U. Součinitel teplotní roztažnosti pro měď je $\alpha = 0,017 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Prodloužení (resp. zkrácení) se vypočte dle následujícího vztahu

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad [\text{mm}]$$

kde L délka potrubí [m]

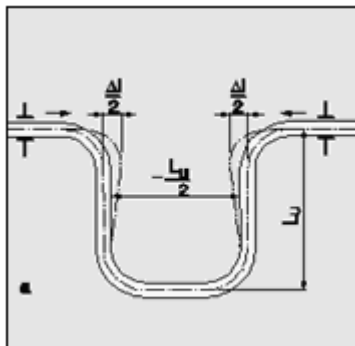
α součinitel teplotní roztažnosti [mm/m·K]

ΔT rozdíl teplot přírodní a vratné vody [K]

Této hodnoty se pak využije při návrhu U kompenzátoru. Jeho velikost se určí jako

$$L_U = 0,025 \cdot \sqrt{d \cdot \Delta L} \quad [m]$$

kde d průměr potrubí [mm]



Obrázek 44 Návrh U kompenzátoru

Potrubí je zavěšené pomocí závěsů, pevných a kluzných bodů. Vzdálenost závěsů je dána podmínkou, aby nedocházelo k prověšení potrubí. Vzdálenosti podpor pak závisí na materiálu potrubí, druhu vedeného média a dimenzi potrubí. Dimenzi 15x1 odpovídá vzdálenost závěsů 1,25 m, pro dimenzi 35x1,5 je maximální vzdálenost 2,75 m.

VARIANTA 1
KOTEL S NEREZOVÝM VÝMĚNÍKEM

14. Zdroj tepla - kotel s nerezovým výměníkem

Navržený zdroj tepla musí pokrýt veškeré potřebné výkony pro vytápění, přípravu teplé vody a vzduchotechniku v obou uvažovaných objektech. V případě vytápění objektu s trvalým větráním se výkon zdroje tepla určí jako

$$Q_{PRIP,I} = 2 \cdot (0,7 \cdot (Q_{VYT} + Q_{VZT}) + Q_{TV}) = 2 \cdot (0,7 \cdot (26,3 + 40,04) + 4,2) = 101,3 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP,II} = 2 \cdot (Q_{VYT} + Q_{VZT}) = 2 \cdot (26,3 + 40,04) = \mathbf{132,7 \text{ kW}}$$

Plynový kondenzační kotel Buderus Logano Plus SB625

Stacionární kondenzační nerezový kotel nabízí jmenovitý výkon od 145 do 640 kW (50/30 °C). Kotel je úzkého kompaktního provedení s malou podstavnou plochou, spalovací komora je nahoře a pod ní se nachází kondenzační teplosměnná plocha. Všechny části kotle, které přijdou do styku s kondenzátní vodou jsou z ušlechtilé oceli. Kotel se dodává bez hořáku, který je proto doplněn. Hořák má rozmezí výkonu 25 – 145 kW.

Zdroj tepla má vysoký normovaný stupeň využití, a to až 109 % případě plynového kotle. Kotel je řízený regulačními přístroji Logamatic.

Pro zajištění vysokého stupně využití je třeba dodržet jistá kritéria, a to omezení teploty zpátečky na maximálně 50 °C a dosažení teplotního spádu mezi výstupem a zpátečkou nejméně 20 K.



Obrázek 45 Logano Plus SB625

14.1. Vybrané parametry zdroje tepla

Jmenovitý výkon	145 kW (25 – 145 kW)
Účinnost	96,4 %
Teplota spalin	45 – 74 °C
Min. doporučený tah komína	50 Pa
Max. provozní tlak	4 bar
Max. výstupní teplota	110 °C
Obsah vody	560 l
Elektrický příkon	137 kW
Hmotnost kotle	613 kg
Rozměry LxBxH	1816 x 900 x 1606

14.2. Plynový hořák

Dle doporučení výrobce zdroje tepla je navržen hořák od společnosti Dreizler. Plynový hořák Dreizler Marathon Monobloc má výkonový rozsah 25 – 145 kW. Hořák je regulován podle poměru plyn/vzduch.



Obrázek 46 Hořák Dreizler

15. Zabezpečovací zařízení

15.1. Expanzní nádoba

Pro návrh expanzní nádoby je třeba znát celkový objem vody v soustavě. Ten se skládá z objemu vody v otopných tělesech, v otopných hadech, jednotlivých rozvodech a zdroji tepla. Objem vody v otopných tělesech i zdroji tepla je udán výrobcí.

Tabulka 15 Objem vody v soustavě

Objem vody v otopných tělesech v jednom objektu			
Typ otopného tělesa	Počet těles	Objem vody v tělese [m ³]	Objem vody [m ³]
Radik 22 VKL 400/800	2	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$
Radik Line 11 VK 400/600	1	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Radik Line 11 VK 400/700	1	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Radik Line 11 VK 400/1000	1	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$
Radik Line 11 VK 400/800	1	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
Objem vody v potrubí v jednom objektu			
Dimenze potrubí	Celková délka [m]	Průřez [m ²]	Objem vody [m ³]
12 x 1	45	$7,8 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$
15 x 1	54	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$
18 x 1	5	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
20 x 2 (potrubí TABS)	5 072	$0,2 \cdot 10^{-3}$	1,0
28 x 1,5	108	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$53,9 \cdot 10^{-3}$
35 x 1,5	145	$0,8 \cdot 10^{-3}$	$116,4 \cdot 10^{-3}$
42 x 1,5	63	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$74,5 \cdot 10^{-3}$
Objem vody v kotli			
Typ kotle			Objem vody [m ³]
Objem vody v soustavě jednoho objektu			1,28
Objem vody v soustavách v obou objektech			2,57
Logano Plus SB625			0,56
Celkový objem vody v soustavě [m ³]			3,13

Pro návrh expanzní nádoby je třeba určit expanzní objem, který závisí na objemu vody v tepelné soustavě a tepelné roztažnosti vody.

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n \quad [m^3]$$

kde V_o celkový objem vody v soustavě [m³]

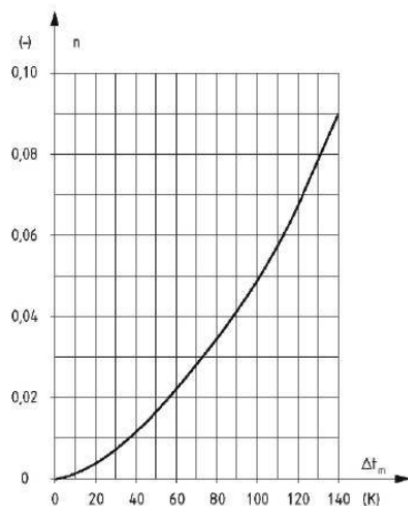
n koeficient tepelné roztažnosti vody, která se ohřívá z 10 °C na požadovanou teplotu (užito $n = 0,02625$)

$$V_e = 1,3 \cdot 3,13 \cdot 0,02625 = 0,107 \, m^3$$

Návrh expanzní nádoby je založen mmj. na předběžném nejvyšším a nejnižším provozním přetlaku soustavy.

$$p_{dov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 11 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 118,7 \, kPa$$

$$p_{dov} \leq p_d = 130 \, kPa$$



Obrázek 47 Závislost poměrného zvětšení objemu vody při ohřátí z 10 °C

- kde p_{ddov} nejnižší dovolený provozní přetlak [kPa]
- h výšková vzdálenost mezi manometrickou rovinou a nejvyšším bodem v soustavě [m]
- p_d nejnižší provozní přetlak [kPa]
- p_k minimální konstrukční přetlak jednotlivých prvků v soustavě (použito $p_k = 400$ kPa)
- p_{ot} otevírací přetlak (použito $p_{ot} = 350$ kPa)

$$p_{ot} \cong 0,9 \cdot p_k = 0,9 \cdot 400 = 360 \text{ kPa}$$

- p_{hp} předběžný nejvyšší provozní přetlak [kPa]

$$p_{hp} \leq p_{ot}$$

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_a)} = \frac{0,107 \cdot (350 + 100)}{(350 - 130)} = 0,220 \text{ m}^3 = 220 \text{ l}$$

Kromě objemu expanzní nádoby je třeba také navrhnout průměr expanzního potrubí, které se určí podle pojistného výkonu soustavy.

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_{PRIP}^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 141,1^{0,5} = 17,1 \text{ mm}$$

Do soustavy byla navržena expanzní nádoba NORIA o objemu 235 l.

15.2. Pojistný ventil

Výpočet a návrh pojistného ventilu je založen na předpokladu, že pojistné zařízení spolehlivě odvede ze zdroje pojistný výkon. Navržený zdroj tepla spadá do skupiny B, podle typu látky, která by z kotle odcházela přes pojistné zařízení (pára/pára).

$$A_o = \frac{Q_{PRIP}}{(\alpha_v \cdot K)} \quad [\text{mm}^2]$$

- kde α_v výtokový součinitel pojistného ventilu (použito $\alpha_v = 0,565$)

K konstanta závislá na stavu syté vodní páry při přetlaku p_{ot} [kW/mm²] (použito $K = 1,41$)

$$A_o = \frac{141,1}{(0,565 \cdot 1,41)} = 177,1 \text{ mm}^2$$

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot A_o}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 177,1}{\pi}} = 15,0 \text{ mm}$$

kde d_i ideální průměr sedla pojistného ventilu [mm]

A_o průřez sedla pojistného ventilu [mm²]

Vnitřní průměr pojistného potrubí je dán stejným vztahem jako v případě expanzní nádoby

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_{PRIP}^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 141,1^{0,5} = 17,1 \text{ mm}$$

Podle zmíněného výpočtu byl navržen pojistný ventil IVAR.PV KD20 s otevíracím přetlakem 350 kPa. Tomuto pojistnému ventilu odpovídá výtokový součinitel $\alpha_v = 0,565$. Průměr sedla skutečného ventilu je pak dán vztahem

$$d_0 = a \cdot d_i = 1,34 \cdot 15 = 20,1 \text{ mm}$$

15.3. Technický list expanzní nádoby



Tlakové expanzní nádoby

S kvalitní butylovou membránou

Tlakové nádoby APT a APTH membránového typu se používají v domácnosti, v zemědělství i v průmyslu. Jsou vhodné pro zvyšování tlaku vody, přepravu vody, nebo jako zásobníky vody. Maximální pracovní tlak je 10 barů a maximální teplota vody je 90°C. Pro zajištění spolehlivosti je u všech nádob provedena tlaková zkouška a nádoby jsou přednastaveny na tlak 2 bary.

Vlastnosti

- vysokopevnostní bezpečná ocelová konstrukce
- kvalitní butylová membrána oddělující čerpanou kapalinu od stlačeného vzduchu
- uvnitř nádoby polypropylenová vložka
- vnější povrch tlakových nádob je ošetřen epoxidovým antikoročním nátěrkem
- pro zabránění koroze je na vstupu použité připojení z nerez oceli
- vzduchový ventil zakrytý plastovým krytem
- 100% otestováno a přednastaveno na tlak 2 bary
- bezúdržbové tlakové nádoby

Technické parametry

PLU	model	orientace	objem [l]	rozměry			základna	připojení	hmotnost [kg]	přidatelný tlak [bar]	maximální tlak [bar]	max. teplota vody [°C]
				A [mm]	B [mm]	C [mm]						
114018	APT-18	vertikální	18	390	280	-	-	1"	3,7	2	10	90
114058	APT-58	vertikální	58	620	381	-	plast	1"	9,7	2	10	90
114080	APT-80	vertikální	80	740	381	-	plast	1"	13,0	2	10	90
114100	APT-100	vertikální	100	985	381	-	plast	1"	15,5	2	10	90
114130	APT-130	vertikální	130	750	559	-	ocel	1"1/4	22,0	2	10	90
114160	APT-160	vertikální	160	915	559	-	ocel	1"1/4	26,8	2	10	90
114235	APT-235	vertikální	235	1160	559	-	ocel	1"1/4	36,5	2	10	90
114305	APT-305	vertikální	305	1450	559	-	ocel	1"1/4	46,8	2	10	90
113024	APTH-24	horizontální	24	415	320	295	plast	1"	5,4	2	10	90
113038	APTH-38	horizontální	38	550	320	295	plast	1"	7,8	2	10	90
113058	APTH-58	horizontální	58	550	425	381	plast	1"	9,9	2	10	90
113080	APTH-80	horizontální	80	730	425	381	plast	1"	15,0	2	10	90

Obrázek 48 Technický list expanzní nádoby

15.4. Technický list pojistného ventilu

IVAR.PV KD

5) Technické a provozní parametry:

- jmenovitý tlak PN 16
- tlak při plném otevření $p_{\max} 1,2 p_0$
- maximální provozní teplota 110 °C
- otevírací tlaky 0,5 ÷ 5,5 bar, rozsah nastavení po 0,5 bar viz tabulka
- materiál: mosaz, těsnění kuželky silikonová pryž, membrána EPDM
- dodávaný rozměr, závit vnitřní/vnitřní 1/2" FF ÷ 2" FF



Rozměr	Jmenovitá světlost DN (mm)	Nejmenší průtočný průřez mm²	Zaručený výtokový součinitel $\alpha_w (-)$	Otevírací tlak p_0 (kPa)
				Při p_0 do 300kPa tolerance $\pm 10\%$ Při p_0 nad 300kPa tolerance ± 30 kPa
1/2" x 3/4"	15	113	0,444	150, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550
3/4" x 1"	20	176	0,565	100, 150, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550
1" x 5/4"	25	380	0,684	50, 100, 150, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550
5/4" x 6/4"	32	804	0,693	100, 150, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550
6/4" x 1"	40	1017	0,549	50, 100, 150, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550
2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	50, 100, 150, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550

Obrázek 49 Technický list pojistného ventilu

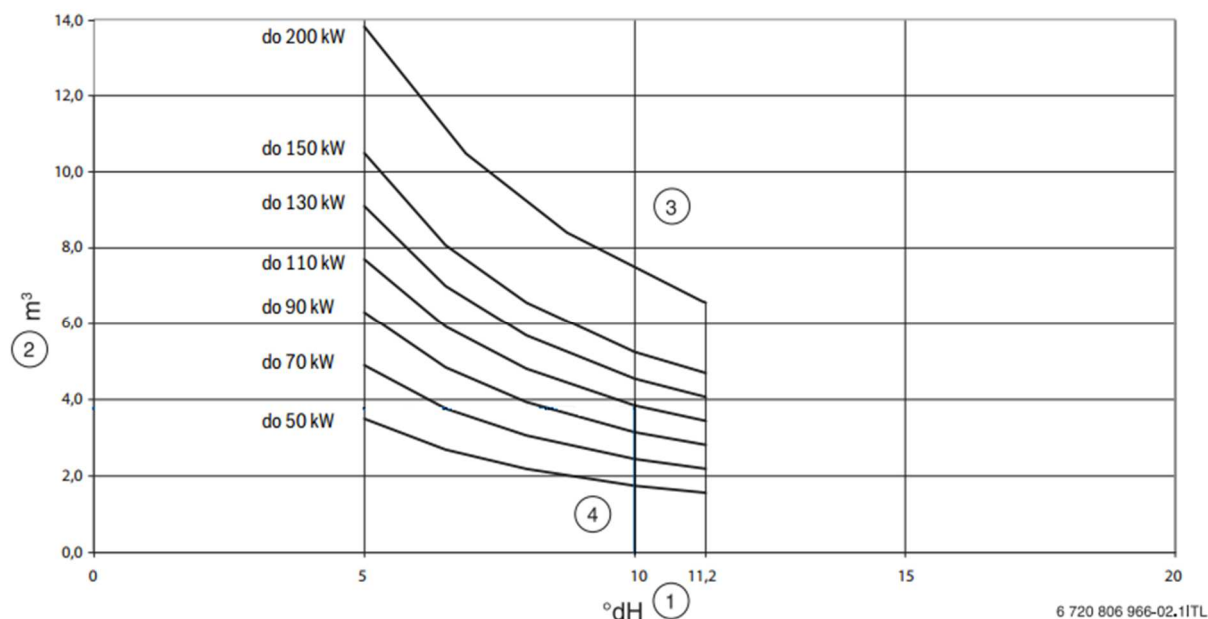
16. Návrh úpravy vody

Objekt je situován v městské části Brno – Řečkovice, které dle společnosti Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. odpovídá následující jakost vody.

Jakost vody			
Brno, Řečkovice			
Ukazatel	Hodnota	Limit	Jednotka
Barva	< 4	20	mg Pt/l
Zákal	0	5	NTU
Železo	0,04	0,2	mg/l
pH	7,41	6,5-9,5	
Celková tvrdost	2,90	2-3,5	mmol/l
Amonné ionty	< 0,01	0,5	mg/l
Dusičnany	37,77	50	mg/l
Dusitany	< 0,00	0,5	mg/l
Chloridy	20,17	100	mg/l
TOC	2,84	5	mg/l
Volný chlor	< 0,03	0,3	mg/l
Koliformní bakterie	0	0	KTJ/100ml
Escherichia coli	0	0	KTJ/100ml

Obrázek 50 Jakost vody v dané oblasti

Pro určení potřebných úprav vody bylo použito technický podkladů společnosti Buderus. Dle těchto materiálů lze určit maximální množství plnicí a doplňovací vody, které je potřeba použít za celou dobu životnosti zdroje tepla, ale také zda je třeba navrhnout do systému i úpravu vody. V záznamech je celková tvrdost uvedená jako 2,90 mmol/l, což odpovídá hodnotě 16,1 °N (německých stupňů).



Obrázek 51 Návrhový diagram pro úpravu vody pro kotel s nerezovým výměníkem

Při tvrdosti vyšší než 11,2 °N a nad výkonovými křivkami je nutné činit opatření pro úpravu vody. Pro teplovodní kotelnu obsahuje úprava vody 2 stupně – odstranění tvrdosti a další chemická úprava vody. Změkčení vody probíhá na katexovém filtru, zatímco chemická úprava spočívá v dávkování inhibitorů a účelem je chemické odplynění vody, úprava alkality a pH. Do kotelny bude proto umístěna úpravna vody s automatickou regenerací změkčovacího filtru a ručním dávkování inhibitorů. Takto ošetřená voda se ale stává kapalinou rizikové třídy 4 a podle normy ČSN EN 1717 musí být oddělena od řádu pitné vody bezpečnou armaturou (např. potrubním oddělovačem).



Obrázek 52 Automatický změkčovací filtr a potrubní oddělovač

VARIANTA 2

KOTEL S VÝMĚNÍKEM ZE SLITINY HLINÍKU A KŘEMÍKU

17. Zdroj tepla - kotel s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku

Navržený zdroj tepla musí pokrýt veškeré potřebné výkony pro vytápění, přípravu teplé vody a vzduchotechniku v obou uvažovaných objektech. V případě vytápění objektu s trvalým větráním se výkon zdroje tepla určí jako

$$Q_{PRIP,I} = 2 \cdot (0,7 \cdot (Q_{VYT} + Q_{VZT}) + Q_{TV}) = 2 \cdot (0,7 \cdot (26,3 + 40,04) + 4,2) = 101,3 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP,II} = 2 \cdot (Q_{VYT} + Q_{VZT}) = 2 \cdot (26,3 + 40,04) = \mathbf{132,7 \text{ kW}}$$

Plynový kondenzační kotel Buderus Logano Plus GB312

Jedná se o robustní plynový kondenzační kotel s velmi výkonným výměníkem tepla ze slitiny hliníku. Dodává se v rozsahu výkonu od 80 do 280 kW, přičemž kaskádou lze dosáhnout výkonu 560 kW. Modulační rozsah kotle je pak od 30 do 100 %. Kotlový blok je opatřen tepelnou izolací pro velký stupeň využití energie a velkými inspekčními otvory pro snadnou údržbu.

Pro ovládání zdroje tepla je použit inteligentní regulační systém Logamatic 4000.

17.1. Vybrané parametry zdroje tepla

Jmenovitý výkon	160 kW (48 – 160 kW)
Účinnost	109,2 %
Teplota spalin	31 - 54 °C
Max. provozní tlak	4 bar
Max. výstupní teplota	85 °C
Obsah vody	20 l
Elektrický příkon	190 kW
Hmotnost kotle	240 kg
Rozměry LxBxH	1008 x 717 x 1517



Obrázek 53 Logano Plus GB312

18. Zabezpečovací zařízení

18.1. Expanzní nádoba

Pro návrh expanzní nádoby je třeba znovu určit celkový objem vody v soustavě. Objem vody v otopných tělesech i zdroji tepla je udán výrobcí.

Tabulka 16 Objem vody v soustavě

Objem vody v otopných tělesech v jednom objektu			
Typ otopného tělesa	Počet těles	Objem vody v tělese [m ³]	Objem vody [m ³]
Radik 22 VKL 400/800	2	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$
Radik Line 11 VK 400/600	1	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Radik Line 11 VK 400/700	1	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Radik Line 11 VK 400/1000	1	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$
Radik Line 11 VK 400/800	1	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
Objem vody v potrubí v jednom objektu			
Dimenze potrubí	Celková délka [m]	Průřez [m ²]	Objem vody [m ³]
12 x 1	45	$7,8 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$
15 x 1	54	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$
18 x 1	5	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
20 x 2 (potrubí TABS)	5 072	$0,2 \cdot 10^{-3}$	1,0
28 x 1,5	108	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$53,9 \cdot 10^{-3}$
35 x 1,5	145	$0,8 \cdot 10^{-3}$	$116,4 \cdot 10^{-3}$
42 x 1,5	63	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$74,5 \cdot 10^{-3}$
Objem vody v kotli			
Typ kotle			Objem vody [m ³]
Objem vody v soustavě jednoho objektu			1,28
Objem vody v soustavách obou objektů			2,57
Logano Plus SB625			0,02
Celkový objem vody v soustavě [m ³]			2,59

Pro návrh expanzní nádoby se určí expanzní objem, který závisí na objemu vody v tepelné soustavě a tepelné roztažnosti vody.

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n \quad [\text{m}^3]$$

$$V_e = 1,3 \cdot 2,59 \cdot 0,02625 = 0,088 \text{ m}^3$$

Návrh expanzní nádoby je založen mmj. na předběžném nejvyšším a nejnižším provozním přetlaku soustavy.

$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 11 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 118,7 \text{ kPa}$$

$$p_{ddov} \leq p_d = 130 \text{ kPa}$$

$$p_{ot} \cong 0,9 \cdot p_k = 0,9 \cdot 400 = 360 \text{ kPa}$$

$$p_{hp} \leq p_{ot}$$

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0,088 \cdot (350 + 100)}{(350 - 130)} = 0,180 \text{ m}^3 = 180 \text{ l}$$

Kromě objemu expanzní nádoby je třeba také navrhnout průměr expanzního potrubí, které se určí podle pojistného výkonu soustavy. Ten je stejný pro obě varianty, a tedy

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_{PRIP}^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 141,1^{0,5} = 17,1 \text{ mm}$$

Do soustavy byla navržena expanzní nádoba Regulus o objemu 200 l.

18.2. Pojistný ventil

Výpočet a návrh pojistného ventilu je založen na předpokladu, že pojistné zařízení spolehlivě odvede ze zdroje pojistný výkon. Navržený zdroj tepla spadá, stejně jako v případě první varianty, do skupiny B. Neboť návrh pojistného ventilu neovlivňuje objem vody v soustavě, ale pouze tlakové poměry, je pro kotel s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku navržen tentýž pojistný ventil jako u kotle s nerezovým výměníkem. Je tedy použit pojistný ventil IVAR.PV KD20 s otevíracím přetlakem 350 kPa.

18.3. Technický list expanzní nádoby

EXPANZNÍ NÁDOBY PRO OTOPNÉ SYSTÉMY



Expanzní nádoby AQUAFILL HS



Expanzní nádoby řady HS jsou určeny k provozu v otopných systémech nebo v uzavřených chladicích okruzích a umožňují absorbovat změny objemu, způsobené změnou teploty topné kapaliny.

Nádoby jsou vyrobeny z vysoce kvalitní oceli a jsou opatřeny antikorozi povrchovou úpravou. V nádobě je nepropustná, velmi elastická membrána odolná vůči vysokým teplotám. U nádob s objemem od 50 l je membrána vyměnitelná.

Technické údaje

MATERIÁL NÁDOBY	ocel
MATERIÁL MEMBRÁNY	EPDM
MATERIÁL PŘÍRUBY	ocel s povrchovou úpravou
PŘEDNASTAVENÝ TLAK	1,5 bar
PROVOZNÍ TEPLOTA	-10 až 99 °C

PROVEDENÍ NA NOHÁCH S VÝMĚNNÝM VAKEM*

		HS 035	HS 050	HS 060	HS 080	HS 100	HS 150	HS 200	HS 250
OBJEM	l	35	50	60	80	100	150	200	250
PRŮMĚR	mm	320	380	380	450	450	554	554	624
VÝŠKA	mm	525	620	670	662	730	807	988	1006
PŘÍPOJENÍ	--	3/4" M	3/4" M	1" M	1" M	1" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M
MAX. PRACOVNÍ TLAK	bar	5	6	6	6	6	6	6	6
OBJEDNACÍ KÓD	--	13738	13739	13740	13741	13742	13743	13744	13745

Obrázek 54 Technický list expanzní nádoby Regulus HS200

18.4. Technický list pojistného ventilu

IVAR.PV KD

5) Technické a provozní parametry:

- jmenovitý tlak PN 16
- tlak při plném otevření $p_{\max} 1,2 p_0$
- maximální provozní teplota 110 °C
- otevírací tlaky 0,5 ÷ 5,5 bar, rozsah nastavení po 0,5 bar viz tabulka
- materiál: mosaz, těsnění kuželky silikonová pryž, membrána EPDM
- dodávaný rozměr, závit vnitřní/vnitřní 1/2" FF ÷ 2" FF



Rozměr	Jmenovitá světlost DN (mm)	Nejmenší průtočný průřez mm ²	Zaručený výtokový součinitel α_w (-)	Otevírací tlak p_0 (kPa) Při p_0 do 300kPa tolerance $\pm 10\%$ Při p_0 nad 300kPa tolerance ± 30 kPa
1/2" x 3/4"	15	113	0,444	150, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550
3/4" x 1"	20	176	0,565	100, 150, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550
1" x 5/4"	25	380	0,684	50, 100, 150, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550
5/4" x 6/4"	32	804	0,693	100, 150, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550
6/4" x 1"	40	1017	0,549	50, 100, 150, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550
2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	50, 100, 150, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550

Obrázek 55 Technický list pojistného ventilu IVAR.PV KD20

19. Návrh úpravy vody

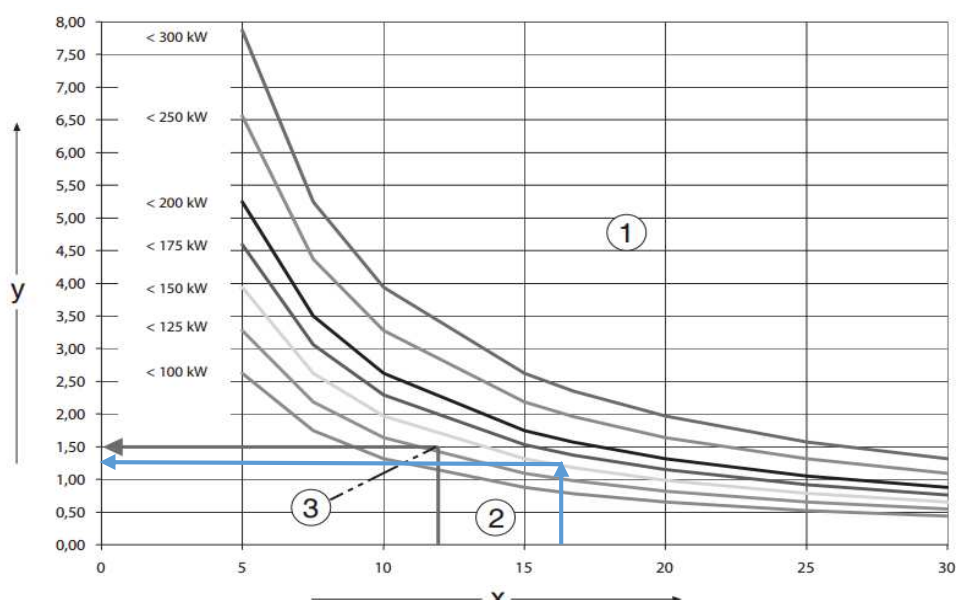
Pro posouzení a návrh úpravy vody je použito stejných podkladů odpovídajících lokalitě Brno – Řečkovice.

Jakost vody			
Brno, Řečkovice			
Ukazatel	Hodnota	Limit	Jednotka
Barva	< 4	20	mg Pt/l
Zákal	0	5	NTU
Železo	0,04	0,2	mg/l
pH	7,41	6,5-9,5	
Celková tvrdost	2,90	2-3,5	mmol/l
Amonné ionty	< 0,01	0,5	mg/l
Dusičnany	37,77	50	mg/l
Dusitany	< 0,00	0,5	mg/l
Chloridy	20,17	100	mg/l
TOC	2,84	5	mg/l
Volný chlor	< 0,03	0,3	mg/l
Koliformní bakterie	0	0	KTJ/100ml
Escherichia coli	0	0	KTJ/100ml

Obrázek 56 Jakost vody v dané oblasti

Pro určení potřebných úprav vody bylo použito technický podkladů společnosti Buderus pro kotle s výměníky ze slitiny hliníku a křemíku. Celková tvrdost vody uvedená jako 2,90 mmol/l odpovídá hodnotě 16,1 °N (německých stupňů). Dle technických podkladů bylo určeno maximální množství plnicí a doplňovací vody, které je nutné použít za celou dobu životnosti kotle v m³.

$$V_{max} = 0,0235 \cdot \frac{Q}{tvrdo\text{st}} \cdot \frac{kW}{mol/m^3} = 0,0235 \cdot \frac{141,1}{2,90} = 1,14 m^3$$



Obrázek 57 Návrhový diagram pro úpravu vody

Dle diagramu je pro kotle do výkonu 150 kW a při tvrdosti vody 16,1 °N $V_{\max} = 1,26 \text{ m}^3$, což je dle předcházejícího výpočtu víc než V_{\max} pro danou soustavu. Podle těchto podkladů není tedy třeba vody do soustavy upravovat na tvrdost vody.

Pro kotle z hliníkových slitin ale neplatí norma ČSN 07 7401 „Voda a pára pro tepelná energetická zařízení s pracovním tlakem páry do 8 MPa“. Hliníkové slitiny jsou sice velmi odolné proti kyselým vodám, ale pH vody se zvyšuje po jejím ohřevu v důsledku přítomnosti solí minerálních látek. Proto je požadováno, aby plnicí a doplňovaná voda byly demineralizované. Do potrubí, kde proudí demineralizovaná voda, je vhodné pro antikorozi úpravu dávkovat inhibitor koroze. Do soustavy je proto navržena demineralizační kolona a inhibitor koroze.



Obrázek 58 Demineralizační kolona DKC

20. Vzduchotechnika

V řešeném objektu se uvažuje s funkčním systémem vzduchotechniky, který zajistí přívod čerstvého vzduchu. Celý objekt je tedy větrán nuceně, kromě podzemního podlaží, ve kterém se uvažuje přirozené větrání.

V zimním období bude část tepelných ztrát kryta přívodem vzduchu, jehož teplota bude 21 °C. Venkovní vzduch bude předehřán pomocí zpětného získávání tepla a následně dohřán na ohřívači vzduchotechnické jednotky. Systém ZZT má účinnost 55 % a pro dohřev vzduchu se počítá s výkonem 40,04 kW.

V letním období je potřeba v budově chladit. Část chladicího výkonu bude kryta chlazením systému TABS, přesto většina chlazení bude pokryta pomocí vzduchotechniky.

Vzduchotechnická jednotka je umístěna v podzemním podlaží ve strojovně vzduchotechniky. Do nadzemních podlaží vede instalační šachta. V jednotlivých podlažích je hlavní rozvod vzduchotechniky veden chodbou, stejně jako rozvody vytápění, a je krytý stropním podhledem. Prostory chodby nejsou vytápěny či chlazeny pomocí systému TABS, a proto v nich mohou být použity podhledy, zatímco v jednotlivých místnostech podhledy nejsou. Přívod a odvod vzduchu z místností je zajištěn koncovými elementy umístěnými pod stropem na vnitřní stěně místností.

21. Zhodnocení variant

Pro řešený objekt byly navrženy varianty řešení s různými zdroji tepla s ohledem na materiál výměníku. V obou případech se jedná o kondenzační kotel stejného výrobce a byly použity technické podklady stejného typu, což umožňuje konkrétní srovnání s ohledem na různý materiál kotle. První varianta obsahuje kotel s nerezovým výměníkem, zatímco druhá varianta nabízí řešení s kotlem s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku.

21.1. Vnitřní prostředí

Vytápění objektu je řešeno primárně pomocí systému TABS, který nabízí vysoký komfort vnitřního prostředí. Teploty povrchů se blíží teplotě vzduchu v místnosti. Jedná se o temperaci, a tudíž nevzniká proudění vzduchu a víření prachu. V některých místnostech je systém TABS podpořen otopnými tělesy, v koupelně v 1NP pak elektrickým topným tělesem. Nucené větrání slouží k zajištění optimální množství čerstvého vzduchu. Toto řešení je shodné pro obě varianty.

21.2. Uživatelský komfort

Uživatelský komfort se v tomto případě uvažuje jako bezproblémové užívání, neboť varianty řeší pouze dva různé návrhy typů kotle. V tomto případě může být výhodou řádově větší objem vody v kotli s nerezovým výměníkem. Kotel s výměníkem z hliníku má objem vody pouze 20 l, a tedy se dá předpokládat, že se bude častěji spínat. To může způsobit komplikace při fungování systému.

U obou variant je také navržena úprava vody, kde se počítá s ručním dávkováním inhibitorů koroze.

21.3. Prostorové nároky

Z hlediska prostorových nároků je výhodnější varianta s kotlem s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku, neboť tento model je o něco menší než kotel nerezový. Je to samozřejmě dáno i objemem vody v kotli. Tento objem má také vliv na návrh expanzní nádoby, což má za následek, že expanzní nádoba pro druhou variantu je o 35 l menší. Z toho vyplývá, že druhá varianta vyžaduje méně prostoru v kotelně. Protože ale kotelná v suterénu objektu je dostatečně prostorná, má 24 m², není o něco větší zařízení kotle s nerezovým výměníkem problémem.

21.4. Ekonomika provozu

Pořizovací náklady obou kotlů nejsou tolik odlišné. Kotel s výměníkem z hliníku stojí bez DPH 221 500,- Kč a prodává se již s hořákem. Kotel s nerezovým výměníkem je k dostání bez hořáku, jeho cena je 195 000,- Kč. Ceny hořáků se pak pohybují okolo 15 000,- Kč. Z tohoto hlediska je varianta s nerezovým výměníkem lehce výhodnější.

Jak již bylo zmíněno ve výpočtech, druhá varianta nabízí kotel s lepší účinností, a to o více než 10 %. To má také za následek nižší potřebu tepla a tedy i nižší náklady na vytápění objektu a zajištění teplé vody.

21.5. Dopad na životní prostředí

Účinnost obou kotlů má vliv i na dopad na životní prostředí. Potřeba paliva v první variantě je ročně 4 215 m³, což je o 13 % více než v druhé variantě, kde je potřeba 3 721 m³. I v tomto ohledu je tedy možné říci, že varianta s výměníkem z hliníku a křemíku je výhodnější.

Po zvážení veškerých rozdílů a výhod jednotlivých variant se dá říci, že mezi nimi není výrazný rozdíl, který by určoval jasně výhodnější variantu. Varianta s výměníkem z hliníku a křemíku je lehce výhodnější z hlediska prostorových nároků, ekonomiky provozu i dopadu na životní prostředí. Kotel s nerezovým výměníkem je pak o něco málo výhodnější při pořizování a také nabízí výrazně větší uživatelský komfort

díky velkému objemu vody v kotli. Potřeba paliva je vyšší jen o 13 %. Jako celkově výhodnější variantu lze tedy určit kotel s nerezovým výměníkem.

22. Technická zpráva – varianta 1

22.1. Identifikační údaje

Komplex administrativních budov se nachází v městské části Brno – Řečkovice v nadmořské výšce 300 m n. m. Jedná se o novostavby, se skeletovou konstrukcí a plochými střechami. Objekty mají tři nadzemní podlaží a jsou částečně podsklepené. Ve 3NP jsou budovy propojeny pochůzným mostkem. V objektech se předpokládá nucené větrání. Tato technická zpráva řeší pouze jeden z objektů, v jehož suterénu je umístěna kotelná.

22.2. Provoz objektu

Budova bude využívána jako kancelářské prostory. Hodnoty vnitřních teplot byly určeny dle ČSN EN 12831.

22.3. Podklady

Podklady pro zpracování projektu jsou výkresová dokumentace stavby, technické normy a technické listy výrobců jednotlivých zařízení.

22.4. Základní technické údaje

	Místo	Brno – Řečkovice
	Nadmořská výška	300 m n. m.
	Venkovní výpočtová teplota	-12 °C
	Průměrná venkovní teplota	5 °C
	Klimatická oblast	1
	Budova není chráněna okolní zástavbou	
Vnitřní teploty	Kanceláře	20 °C
	WC – zaměstnanci	20 °C
	WC – klienti	15 °C
	Šatna, koupelna	24 °C
	Technické místnosti, sklady, archiv	15 °C
	Chodba	18 °C
Tepelné ztráty byly vypočteny dle ČSN 73 0540 pro venkovní návrhovou teplotu -12 °C.		
	Celková tepelná ztráta objektu	19,4 kW
	Potřeba výkonu pro VZT	40,0 kW
	Předpokládaná celková potřeba energie objektu	33,48 kWh
	Roční potřeba paliva pro jeden objekt	4 215,5 m ³

22.5. Zdroj tepla

22.5.1. Druh primární energie

Jako primární zdroj energie je navržen zemní plyn z přivedené jednotky.

22.5.2. Zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Jako zdroj tepla je navržen kondenzační plynový kotel Buderus Logano Plus SB625 o jmenovitém výkonu 145 kW. Spolu s kotlem byl navržen i hořák s modulačním provozem Dreizler Marathon Monobloc. Teplotní rozdíl na kotlovém okruhu je 75/50 °C. Odvod spalin je řešen blízkým komínovým tělesem.

V kotelně 0.02 je umístěn také zásobníkový ohříváč teplé vody, který je osazen také elektrickou topnou tyčí.

22.5.3. Odkouření

Spalovací vzduch je odebírán z místnosti. Odvod spalin je pak řešen kouřovodem napojeným na komín. Je navrženo jedno komínové těleso, Schiedel ICS, komín je nerezový třívrstvý. Komín je v nadzemních podlažích veden v místnostech krytý sádkartonovou konstrukcí.

22.6. Zabezpečovací zařízení

Systém je vybaven zabezpečovacími prvky proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku nebo podtlaku. Soustava je opatřena pojistným ventilem IVAR.PV KD20 u zdroje tepla. Ventil je nastaven na otevírací přetlak 350 kPa a vývod z ventilu bude sveden do odpadu přes zápachovou uzávěrku.

Na vratné potrubí primárního okruhu je napojeno expanzní potrubí DN35 s expanzní nádobou NORIA o objemu 235 l.

22.7. Otopná soustava

22.7.1. Popis otopné soustavy

Do objektu je navržena dvoutrubková uzavřená teplovodní soustava s nuceným oběhem. Je dělena do 6 větví, které jsou v kotelně zapojeny do rozdělovače a sběrače.

VĚTEV 1	Objekt 2	75/55 °C
VĚTEV 2	Otopná tělesa	55/45 °C
VĚTEV 3	Vzduchotechnika	75/55 °C
VĚTEV 4	Východní větev systému aktivace betonového jádra	28/23 °C
VĚTEV 5	Západní větev systému aktivace betonového jádra	28/23 °C
VĚTEV 6	Příprava teplé vody	75/55 °C

Rozvody jednotlivých větví jsou v nadzemních podlažích vedené pod stropem v podhledu, potrubí k otopným tělesům je vedeno v soklové liště. V 1PP jsou veškeré rozvody vedené pod stropem, uchycené závěsnými body.

22.7.2. Systém aktivace betonového jádra (TABS)

Ve stropní konstrukci pod 1NP a ve stropní konstrukci nad 2NP jsou zabudovány moduly systému aktivace betonového jádra. Všechny moduly jsou o ploše 7,83 m², resp. 7,38 m². Moduly jsou v každé stropní konstrukci rozděleny do 4 celků, každému odpovídá jeden rozdělovač a sběrač umístěný ve skříni na chodbě. Potrubí všech modulů je PE-Xa 20 x 2,0 mm, rozteč je všude 150 mm. Pokládány jsou jako dvojité meandry. Navrženému systému odpovídá topný výkon – stropem 22 W/m², podlahou 18 W/m².

V letním období bude systém využíván k pokrytí základní potřeby na chlazení. Tento projekt systém chlazení už podrobně neřeší.

22.7.3. Otopná tělesa

V objektu je navrženo šest otopných těles jako podpora systému TABS. V nadzemních podlažích jde o tělesa RADIK LINE VK s integrovaným termostatickým ventilem. V podzemním podlaží jsou to pak dvě tělesa RADIK VKL. Všechna tělesa jsou umístěna 50 mm od stěny, s horní hranou ve výšce 900 mm. Jsou připevněna pomocí kotvícího systému KORAMONT. V 1NP je navrženo jedno elektrické otopné těleso, ISAN PALMYRA.

22.7.4. Materiál rozvodů, spojování, izolace

Rozvody otopné soustavy jsou navrženy z mědi, potrubí je spojováno pájením naměkko. Veškeré potrubí vedené v podzemním podlaží je opatřeno tepelnou izolací, izolačním pouzdrům ISOVER. Veškeré potrubí a rozdělovače a sběrače systému TABS je rovněž opatřeno izolací, z důvodu využití systému i pro chlazení v letním období.

22.7.5. Oběhová čerpadla

Každá větev na rozdělovači a sběrači v kotelně je opatřena oběhovým čerpadlem. Jednotlivé typy jsou specifikovány v projektu. Na kotlovém okruhu je také osazeno oběhové čerpadlo.

22.7.6. Plnění, vypouštění a odvzdušnění soustavy

První plnění vody proběhne upravenou změkčenou vodou. Další doplňování do soustavy pak bude probíhat přes úpravnu vody umístěnou v kotelně. Vypouštění se bude provádět přes vypouštěcí ventily. K odvzdušnění soustavy jsou na otopných tělesech a podlažních R + S umístěny odvzdušňovací ventily.

22.8. Regulace

Systém vytápění bude řízen ekvitermní regulací. Zapojení a řešení regulace není součástí tohoto projektu. Všechna otopná tělesa jsou opatřena termostatickými hlavicemi. Hydraulické vyregulování bude provedeno u všech ventilů otopných těles, topných modulů a R + S dle předepsaných hodnot v příložené výkresové dokumentaci a doložených výpočtech. Třicestné ventily na jednotlivých větvích jsou osazeny servopohonem propojeným s centrální regulací.

22.9. Kotelna

Kotelna je umístěna v podzemním podlaží, v místnosti 0.02. Jedná se o kotelnu kategorie III. Veškeré rozvody v kotelně jsou vedeny pod stropem a jsou opatřeny tepelnou izolací.

Větrání kotelny je řešeno spolu s dostatečným přívodem spalovacího vzduchu. Ten bude přiváděn průduchem 200/250 mm opatřeným protidešťovou žaluzií. Na přívodní průduch je pak napojeno vzduchotechnické potrubí, které je podél stěny vyvedeno k podlaze. Více je specifikováno v projektu vzduchotechniky. Pro zajištění dostatečné vnitřní teploty v létě je navíc navržen axiální ventilátor ECOLINE 100. Všechny otvory budou osazeny krycí mřížkou proti vniknutí hmyzu. Teploty se budou v kotelně celoročně pohybovat kolem 18 °C.

22.10. Požadavky na ostatní profese

22.10.1. Požadavky na stavební práce

Pro instalaci všech zařízení je potřeba zřídit prostupy. Vstupní dveře do kotelny jsou dostatečně prostorné, aby bylo možné do kotelny dopravit veškerá navržená zařízení.

22.10.2. Požadavky na požární bezpečnost

Kotelna je samostatný požární úsek, proto je nutné veškeré prostupy utěsnit. Všechny dělicí konstrukce musí být posouzeny z hlediska požární bezpečnosti. Dveře kotelny se budou otevírat směrem z místnosti a musí vykazovat požadovanou požární odolnost.

22.10.3. Požadavky na elektroinstalace

Pro napojení kotle, oběhových čerpadel, trojcestných ventilů, úpravny vody a axiálních ventilátorů na elektrickou instalaci budou zřízeny v blízkosti rozdělovače a sběrače elektrické zásuvky. Úpravy elektrorozvodů provede oprávněný pracovník.

22.10.4. Požadavky na rozvody zdravotechiky

V kotelně je umístěna podlahová vpust se zápachovou uzávěrkou. Kondenzát od zdroje tepla bude přes neutralizační uzávěrku odváděn do kanalizace. Do kotelny bude také přiveden rozvod studené vody pro doplňování systému přes úpravnu vody a do zásobníku pro přípravu teplé vody.

22.10.5. Požadavky na vzduchotechniku

Objekt je větrán nuceně. Do místností je v zimním období přiváděn vzduch o teplotě 21 °C. Systém obsahuje zařízení zpětného získávání tepla s účinností 55 %. Požadovaný výkon pro vzduchotechniku byl určen dle předpokládané obsazenosti místností. Z rozdělovače vedou rozvody topné vody do vedlejší místnosti, strojovny vzduchotechniky, kde je osazena vzduchotechnická jednotka. Podrobný návrh vzduchotechniky není součástí projektu.

22.11. Montáž, provoz a údržba

Instalaci a uvedení zdroje tepla do provozu provede osoba s odpovídající kvalifikací. Před spuštěním provozu je nutné provést revizi elektroinstalace.

Před začátkem užívání soustavy je třeba provést zkoušku těsnosti soustavy, dilatační a topnou zkoušku dle ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž.

Při zkoušce těsnosti se soustava naplní vodou, odvzdušní se a provede se řádná prohlídka celé soustavy, přičemž se nesmí objevit žádné netěsnosti. Soustava zůstane napuštěna minimálně 6 hodin, po kterých se provede další prohlídka. Během celé zkoušky se nesmí projevit žádné netěsnosti a nesmí dojít k znatelnému poklesu hladiny v expanzní nádobě.

Topná zkouška spočívá ve dvojnásobném proplachu soustavy ohřátou topnou vodou a nastavení regulačních ventilů všech zařízení tak, aby nedocházelo k jejich nerovnoměrnému ohřívání. Zkouška se provádí 24 hodin.

Dilatační zkouška se provede dvojnásobným ohřátím soustavy na nejvyšší pracovní teplotu a jejím ochlazením. Při zkoušce nesmí být zjištěna žádná netěsnost ani jiné závady.

Zdroj tepla musí být provozován a udržován podle pokynů výrobce. Obsluha kotle bude seznámena s bezpečnostními předpisy, provozními podmínkami zařízení a také zacvičena.

22.12. Závěr

Otopná soustava bude instalována tak, aby byla vypustitelná a odvzdušnitelná. Po celkové montáži budou provedeny zkoušky těsnosti a topná a dilatační zkouška dle platných předpisů. Obsluha zařízení bude řádně zaškolená.

Projekt byl vypracován dle platných norem. Montáž musí být provedena odborně, s dodržáním všech montážních a bezpečnostních předpisů. Všechny platné předpisy a normy jsou pro stavbu závazné.

23. Technická zpráva – varianta 2

23.1. Identifikační údaje

Komplex administrativních budov se nachází v městské části Brno – Řečkovice v nadmořské výšce 300 m n. m. Jedná se o novostavby, se skeletovou konstrukcí a plochými střechami. Objekty mají tři nadzemní podlaží a jsou částečně podsklepené. Ve 3NP jsou budovy propojeny pochůzným mostkem. V objektech se předpokládá nucené větrání. Tato technická zpráva řeší pouze jeden z objektů, v jehož suterénu je umístěna kotelná.

23.2. Provoz objektu

Budova bude využívána jako kancelářské prostory. Hodnoty vnitřních teplot byly určeny dle ČSN EN 12831.

23.3. Podklady

Podklady pro zpracování projektu jsou výkresová dokumentace stavby, technické normy a technické listy výrobců jednotlivých zařízení.

23.4. Základní technické informace

Místo	Brno – Řečkovice	
	Nadmořská výška	300 m n. m.
	Venkovní výpočtová teplota	-12 °C
	Průměrná venkovní teplota	5 °C
	Klimatická oblast	1
	Budova není chráněna okolní zástavbou	
Vnitřní teploty	Kanceláře	20 °C
	WC – zaměstnanci	20 °C
	WC – klienti	15 °C
	Šatna, koupelna	24 °C
	Technické místnosti, sklady, archiv	15 °C
	Chodba	18 °C
Tepelné ztráty byly vypočteny dle ČSN 73 0540 pro venkovní návrhovou teplotu -12 °C.		
	Celková tepelná ztráta objektu	19,4 kW
	Potřeba výkonu pro VZT	40,0 kW
	Předpokládaná celková potřeba energie objektu	33,48 kWh
	Roční potřeba paliva pro jeden objekt	4 215,5 m ³

23.5. Zdroj tepla

23.5.1. Druh primární energie

Jako primární zdroj energie je navržen zemní plyn z přivedené jednotky.

23.5.2. Zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Jako zdroj tepla je navržen kondenzační plynový kotel Buderus Logano Plus GB312 o jmenovitém výkonu 160 kW. Teplotní rozdíl na kotlovém okruhu je 75/50 °C. Odvod spalin je řešen blízkým komínovým tělesem. V kotelně 0.02 je umístěn také zásobníkový ohříváč teplé vody, který je osazen také elektrickou topnou tyčí.

23.5.3. Odkouření

Spalovací vzduch je odebírán z místnosti. Odvod spalin je pak řešen kouřovodem napojeným na komín. Je navrženo jedno komínové těleso, Schiedel ICS, komín je nerezový třívrstvý. Komín je v nadzemních podlažích veden v místnostech krytý sádkartonovou konstrukcí.

23.6. Zabezpečovací zařízení

Systém je vybaven zabezpečovacími prvky proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku nebo podtlaku. Soustava je opatřena pojistným ventilem IVAR.PV KD20 u zdroje tepla. Ventil je nastaven na otevírací přetlak 350 kPa a vývod z ventilu bude sveden do odpadu přes zápachovou uzávěrku.

Na vratné potrubí primárního okruhu je napojeno expanzní potrubí DN35 s expanzní nádobou Regulus HS200.

23.7. Otopná soustava

23.7.1. Popis otopné soustavy a vedení rozvodů

Do objektu je navržena dvourubková uzavřená teplovodní soustava s nuceným oběhem. Je dělena do 6 větví, které jsou v kotelně zapojeny do rozdělovače a sběrače.

VĚTEV 1	Objekt 2	75/55 °C
VĚTEV 2	Otopná tělesa	55/45 °C
VĚTEV 3	Vzduchotechnika	75/55 °C
VĚTEV 4	Východní větev systému aktivace betonového jádra	28/23 °C
VĚTEV 5	Západní větev systému aktivace betonového jádra	28/23 °C
VĚTEV 6	Příprava teplé vody	75/55 °C

Rozvody jednotlivých větví jsou v nadzemních podlažích vedené pod stropem v podhledu, potrubí k otopným tělesům je vedeno v soklové liště. V 1PP jsou veškeré rozvody vedené pod stropem, uchycené závěsnými body.

23.7.2. Systém aktivace betonového jádra (TABS)

Ve stropní konstrukci pod 1NP a ve stropní konstrukci nad 2NP jsou zabudovány moduly systému aktivace betonového jádra. Všechny moduly jsou o ploše 7,83 m², resp. 7,38 m². Moduly jsou v každé stropní konstrukci rozděleny do 4 celků, každému odpovídá jeden rozdělovač a sběrač umístěný ve skříni na chodbě. Potrubí všech modulů je PE-Xa 20 x 2,0 mm, rozteč je všude 150 mm. Pokládány jsou jako dvojité meandry. Navrženému systému odpovídá topný výkon – stropem 22 W/m², podlahou 18 W/m².

V letním období bude systém využíván k pokrytí základní potřeby na chlazení. Tento projekt systému chlazení už podrobně neřeší.

23.7.3. Otopná tělesa

V objektu je navrženo šest otopných těles jako podpora systému TABS. V nadzemních podlažích jde o tělesa RADIK LINE VK s integrovaným termostatickým ventilem. V podzemním podlaží jsou to pak dvě tělesa RADIK VKL. Všechna tělesa jsou umístěna 50 mm od stěny, s horní hranou ve výšce 900 mm. Jsou připevněna pomocí kotvícího systému KORAMONT. V 1NP je navrženo jedno elektrické otopné těleso, ISAN PALMYRA.

23.7.4. Materiál rozvodů, spojování, izolace

Rozvody otopné soustavy jsou navrženy z mědi, potrubí je spojováno pájením naměkko. Veškeré potrubí vedené v podzemním podlaží je opatřeno tepelnou izolací, izolačním pouzdrům ISOVER. Veškeré potrubí a rozdělovače a sběrače systému TABS je rovněž opatřeno izolací, z důvodu využití systému i pro chlazení v letním období.

23.7.5. Oběhová čerpadla

Každá větev na rozdělovači a sběrači v kotelně je opatřena oběhovým čerpadlem. Jednotlivé typy jsou specifikovány v projektu. Na kotlovém okruhu je také osazeno oběhové čerpadlo.

23.7.6. Plnění, vypouštění a odvzdušnění soustavy

První plnění vody proběhne upravenou změkčenou vodou. Další doplňování do soustavy pak bude probíhat přes úpravnu vody umístěnou v kotelně. Vypouštění se bude provádět přes vypouštěcí ventily. K odvzdušnění soustavy jsou na otopných tělesech a podlažních R + S umístěny odvzdušňovací ventily.

23.8. Regulace

Systém vytápění bude řízen ekvitermní regulací. Zapojení a řešení regulace není součástí tohoto projektu. Všechna otopná tělesa jsou opatřena termostatickými hlavicemi. Hydraulické vyregulování bude provedeno u všech ventilů otopných těles, topných modulů a R + S dle předepsaných hodnot v příložené výkresové dokumentaci a doložených výpočtech. Třicestné ventily na jednotlivých větvích jsou osazeny servopohonem propojeným s centrální regulací.

23.9. Kotelna

Kotelna je umístěna v podzemním podlaží, v místnosti 0.02. Jedná se o kotelnu kategorie III. Veškeré rozvody v kotelně jsou vedeny pod stropem a jsou opatřeny tepelnou izolací.

Větrání kotelny je řešeno spolu s dostatečným příívodem spalovacího vzduchu. Ten bude přiváděn průduchem 200/250 mm opatřeným protidešťovou žaluzií. Na přívodní průduch je pak napojeno vzduchotechnické potrubí, které je podél stěny vyvedeno k podlaze. Více je specifikováno v projektu vzduchotechniky. Pro zajištění dostatečné vnitřní teploty v létě je navíc navržen axiální ventilátor ECOLINE 100. Všechny otvory budou osazeny krycí mřížkou proti vniknutí hmyzu. Teploty se budou v kotelně celoročně pohybovat kolem 18 °C.

23.10. Požadavky na profese

23.10.1. Požadavky na stavební práce

Pro instalaci všech zařízení je potřeba zřídit prostupy. Vstupní dveře do kotelny jsou dostatečně prostorné, aby bylo možné do kotelny dopravit veškerá navržená zařízení.

23.10.2. Požadavky na požární bezpečnost

Kotelna je samostatný požární úsek, proto je nutné veškeré prostupy utěsnit. Všechny dělicí konstrukce musí být posouzeny z hlediska požární bezpečnosti. Dveře kotelny se budou otevírat směrem z místnosti a musí vykazovat požadovanou požární odolnost.

23.10.3. Požadavky na elektroinstalace

Pro napojení kotle, oběhových čerpadel, trojcestných ventilů, úpravny vody a axiálních ventilátorů na elektrickou instalaci budou zřízeny v blízkosti rozdělovače a sběrače elektrické zásuvky. Úpravy elektrorozvodů provede oprávněný pracovník.

23.10.4. Požadavky na rozvody zdravotechiky

V kotelně je umístěna podlahová vpusť se zápachovou uzávěrkou. Kondenzát od zdroje tepla bude přes neutralizační uzávěrku odváděn do kanalizace. Do kotelny bude také přiveden rozvod studené vody pro doplňování systému přes úpravnu vody a do zásobníku pro přípravu teplé vody.

23.10.5. Požadavky na vzduchotechniku

Objekt je větrán nuceně. Do místností je v zimním období přiváděn vzduch o teplotě 21 °C. Systém obsahuje zařízení zpětného získávání tepla s účinností 55 %. Požadovaný výkon pro vzduchotechniku byl určen dle předpokládané obsazenosti místností. Z rozdělovače vedou rozvody topné vody do vedlejší místnosti, strojovny vzduchotechniky, kde je osazena vzduchotechnická jednotka. Podrobný návrh vzduchotechniky není součástí projektu.

23.11. Montáž, provoz a údržba

Instalaci a uvedení zdroje tepla do provozu provede osoba s odpovídající kvalifikací. Před spuštěním provozu je nutné provést revizi elektroinstalace.

Před začátkem užívání soustavy je třeba provést zkoušku těsnosti soustavy, dilatační a topnou zkoušku dle ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž.

Při zkoušce těsnosti se soustava naplní vodou, odvzdušní se a provede se řádná prohlídka celé soustavy, přičemž se nesmí objevit žádné netěsnosti. Soustava zůstane napuštěna minimálně 6 hodin, po kterých se provede další prohlídka. Během celé zkoušky se nesmí projevit žádné netěsnosti a nesmí dojít k znatelnému poklesu hladiny v expanzní nádobě.

Topná zkouška spočívá ve dvojnásobném proplachu soustavy ohřátou topnou vodou a nastavení regulačních ventilů všech zařízení tak, aby nedocházelo k jejich nerovnoměrnému ohřívání. Zkouška se provádí 24 hodin.

Dilatační zkouška se provede dvojnásobným ohřátím soustavy na nejvyšší pracovní teplotu a jejím ochlazením. Při zkoušce nesmí být zjištěna žádná netěsnost ani jiné závady.

Zdroj tepla musí být provozován a udržován podle pokynů výrobce. Obsluha kotle bude seznámena s bezpečnostními předpisy, provozními podmínkami zařízení a také zacvičena.

23.12. Závěr

Otopná soustava bude instalována tak, aby byla vypustitelná a odvzdušnitelná. Po celkové montáži budou provedeny zkoušky těsnosti a topná a dilatační zkouška dle platných předpisů. Obsluha zařízení bude řádně zaškolená.

Projekt byl vypracován dle platných norem. Montáž musí být provedena odborně, s dodržáním všech montážních a bezpečnostních předpisů. Všechny platné předpisy a normy jsou pro stavbu závazné.

C. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

1. Úvod

V současné době jsou na trhu i v provozu plynové kotle s různými materiály výměníků tepla. Různé materiály však vyžadují jinou kvalitu použité otopné vody. Rozdílné limity vyžadují také zdroje tepla z jinými výkony, přičemž čím vyšší výkon zdroj tepla má, tím přísnější kritéria musí otopná voda splňovat. Nízká kvalita otopné vody může zapříčinit problémy při provozu soustavy a snížit životnost zdroje tepla. Účelem tohoto experimentu bylo proto zkoumat kvalitu topné vody ve stávajících otopných soustavách, ověřit její kvalitu v závislosti na materiálu výměníku a případně ověřit vliv úpravy vody a filtrace na její vlastnosti. Vzorky byly posbírány ze soustav s různými plynovými zdroji tepla, materiály použitými v soustavě a také s různým stářím sítě.

2. Metoda

2.1. Sběr vzorků

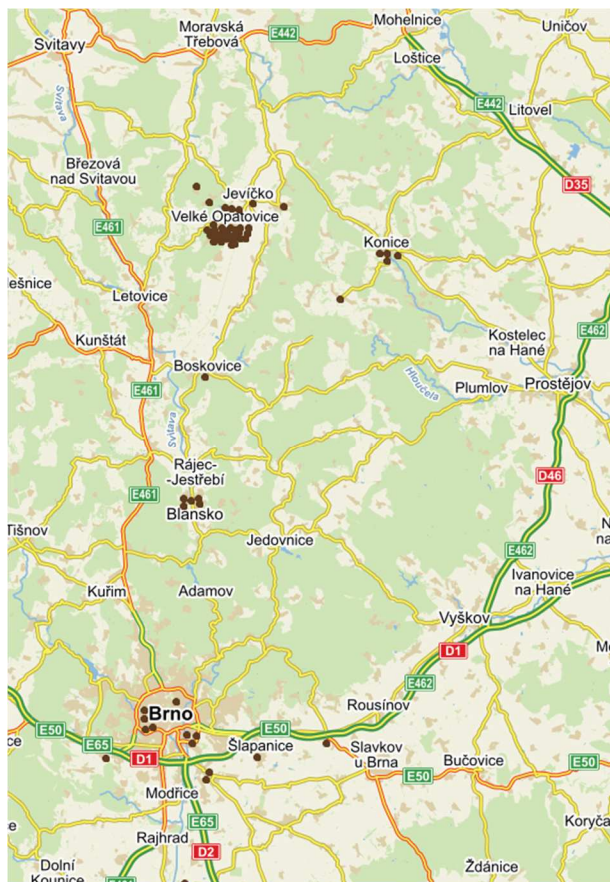
Vzorky vody byly odebrány z otopných soustav zejm. na severu Jihomoravského kraje. Naprostou většinu vzorků tvoří voda z rodinných domků a všechny vzorky jsou ze soustav s plynovým kotlem. Bylo odebráno vždy množství v rozsahu 50 – 150 ml, a to čistých uzavíratelných sklenic. Místo odběru bylo zaznamenáno do přiloženého dotazníku, stejně jako den odběru a další specifikace soustavy. Nejčastějším místem odběru byl odvětrávací ventil na otopném tělese, popř. vypouštěcí ventil u zdroje tepla. Vzorky pak byly vždy skladovány na stejném místě, při pokojové teplotě.

2.2. Dotazník

Při odběru vzorků byl vždy vyplněn i přiložený dotazník. Ten obsahoval jak identifikační údaje o soustavě, tak i místě odběru, aby bylo možné následně provést analýzu a porovnání všech vzorků.

Identifikační údaje:

- Den odběru
- Místo odběru
- Typ budovy
- Lokalita
- Stáří potrubní sítě
- Materiál výměníku kotle
- Materiál rozvodů
- Materiál a typ otopných těles
- Způsob doplňování vody/úprava vody
- Osazení filtru



Obrázek 59 Mapa rozložení odebraných vzorků

Místo odběru bylo v dotazníku zmíněno i z důvodu ověření, zda má vliv na obsah TDS. Stejně tak je tomu v případě umístění filtru v soustavě. Ostatní položky v dotazníku sloužily k roztřídění vzorků do zkoumaných podskupin.

2.3. Měření

Jednotlivé vzorky byly testovány na hodnotu pH, tvrdost, vodivost, obsah TDS a obsah soli. Tyto vlastnosti jsou blíže vysvětleny v teoretické části diplomové práce. Výsledky byly zapisovány jak do dotazníků jednotlivých vzorků, tak do celkové databáze vytvořené v programu MS Office Excel. Během měření byla změřena i teplota vzorků, která se pohybovala ve všech případech okolo 21 °C. Veškerá měření byla prováděna na stejném místě, za stejných podmínek. Ke všem měřením bylo použito stejných měřících přístrojů a pomůcek.

2.3.1. pH

Hodnota pH byla měřena dvěma způsoby, a to z důvodu ověření platnosti a také pro zpřesnění výsledků. Měřilo se pomocí lakmusových papírků a pomocí elektronického pH metru DVM8681. Vždy se prvně měřilo pomocí papírku, aby nebyl odhad dle barevné škály ovlivněn výsledkem elektronického měření. Papírek se tedy namočil na 1 s do vzorku vody, následně se vyndal a srovnal s barevnou škálou na balení. Hodnocení se provádělo vždy za stejných světelných podmínek.

Po určení pH lakmusovým papírkem se provedlo měření pH metrem. Metr se vždy nechal několik vteřin ponořený ve vzorku pro ustálení hodnoty a po změření se opláchl v destilované vodě. Použitý pH metr má přesnost 0,2 pH.



2.3.2. Vodivost

Další měřenou vlastností vody byla její měrná elektrická vodivost. K jejímu měření bylo použito měřiče vodivosti Extech ExStik EC400, který zároveň měří i TDS, obsah soli a teplotu kapaliny. Měření probíhalo stejně jako měření pH metrem. Měřič byl ponořen do vzorku vody tak, aby byly obě sondy zcela ponořeny a vyčkalo se ustálení hodnoty. Stejným způsobem byly změřeny i ostatní veličiny, a to pouze přepnutím funkce měřiče. Spolu s vodivostí byla změřena i teplota vzorku.

Měřicí přístroj Extech ExStik EC400 má přesnost 2 % a také paměťovou funkci pro 15 naměřených hodnot. Rozlišení přístroje je pro vodivost 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pro TDS a obsah soli 0,1 ppm a 0,1 °C pro teplotu vody.

2.3.3. TDS

TDS (total dissolved solids) je měřítkem obsahu veškerých organických i anorganických látek obsažených ve vodě. Obecně řečeno se jedná o tuhé látky, které jsou dostatečně malé na to, aby prošly filtrací o velikosti 2 μm . Běžné hodnoty TDS jsou méně než 500 ppm ve sladké vodě, 500 – 30 000 ppm v brakické vodě a 30 000 – 40 000 ppm ve slané vodě.

Měření TDS bylo prováděno společně s měřením vodivosti vzorku, a to jak v jednotkách ppm, tak v mg/l, přestože hodnoty jsou totožné. Z toho důvodu je ve zpracování výsledků uváděn obsah TDS pouze v jednotkách mg/l.

Obrázek 60 Použitý druh pH metru



Obrázek 61 Použitý měřič vodivosti

2.3.4. Obsah soli

Kromě pH, obsahu pevných částic a obsahu kyslíku má na agresivitu vody a korozi materiálu vliv i množství a typ rozpuštěných solí. Obsah soli byl ve vzorcích stanoven stejně jako dvě předchozí vlastnosti měřicím přístrojem Extech ExSik EC400.

Po naměření vodivosti, TDS, obsahu soli a teploty vzorku se měřicí sondy opláchly v destilované vodě.

2.3.5. Tvrdost vody

Poslední měřenou vlastností byla tvrdost vody. Měření se provádělo GH testem a pro změření tvrdosti bylo použito testovací sady EQUEN CTC 2000tester. Ten se skládá ze 3 činidel a testovacích kelímků. Postup určení tvrdosti vody byl následující. Testovací kelímek se propláchl zkoušenou vodou a následně se jí naplnil do poloviny, až po první rysku. Do vody se přidalo 5 kapek činidla T1 a 5 kapek činidla T2, které má tmavě fialovou barvu. Vzorek se v kelímku zamíchal a pak se začalo po jednotlivých kapkách přidávat činidlo T3. Po přidání každé kapky se vzorek promíchal, aby bylo zbarvení vody jednolitě. Počet kapek činidla T3 se sčítalo a to až do okamžiku, kdy se zbarvení v celém objemu zbarvilo na čistě modré.

Tvrdost vody se dle mezinárodní dohody určuje v mmol/l, ale ze zvyklosti se používají i jiné jednotky. Ve střední Evropě jde o německé stupně (°N, dH) a pro zajímavost jsou ve výsledcích rozborů uvedeny tvrdosti v obou těchto jednotkách. Navíc při provádění měření udává množství kapek rovnou i hodnotu tvrdosti v dH. Přepoččet na mmol/l je pak $\text{mmol/l} = \text{dH} \times 0,18$.

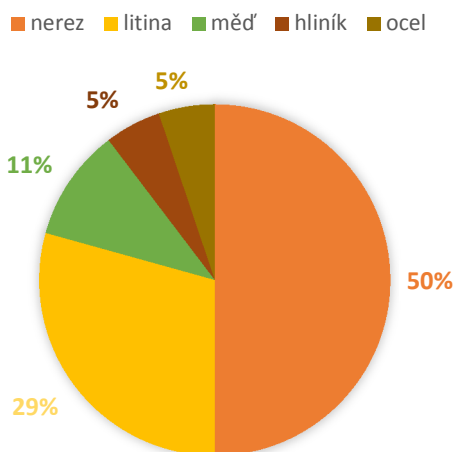


Obrázek 62 Foto z měření

3. Výsledky

Dohromady bylo v období října až prosince 2017 posbíráno a naměřeno 58 vzorků otopné vody ze soustav s plynovým zdrojem tepla. Nejvíce se odebíralo v lokalitách Boskovicko, Brněnsko a Blanensko. Vyjma jednoho případu administrativní budovy byly všechny vzorky odebrány v rodinných či bytových domech a stáří sítí v těchto objektech se pohybovalo od pár měsíců do 83 let. Ve výčtu všech zkoumaných soustav jsou zastoupeny kotle s výměníky z nerez, litiny, mědi, hliníku i ocele. Procenta použitých materiálů jsou uvedeny v následujících grafech.

MATERIÁL VÝMĚNÍKU KOTLE

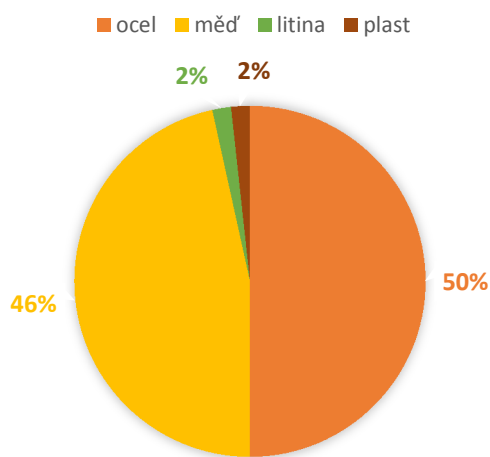


Graf 2 Zkoumané materiály výměníků

Z uvedených údajů vyplývá, že celá polovina zkoumaných soustav měla zdroje s nerezovými výměníky, a že měď a hliník jsou zatím materiály používané jen občasně. Materiál rozvodné sítě je obvykle prakticky z mědi nebo oceli a 90 % zkoumaných objektů mají klasická ocelová desková tělesa.

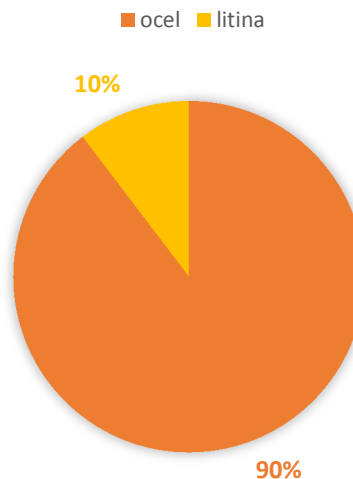
V následujících kapitolách jsou výsledky děleny dle materiálů, použití filtru a úpravny, místa odběru vody. Souhrn všech naměřených výsledků spolu se všemi kritérii je uveden v závěru této textové části.

MATERIÁL ROZVODŮ



Graf 3 Zkoumané materiály potrubní sítě

MATERIÁL OTOPNÝCH TĚLES



Graf 4 Zkoumané materiály otopných těles

3.1. Požadované hodnoty kvality vody

Hlavním účelem tohoto průzkumu bylo zjistit stav kvality vody v reálných vytápěcích systémech. Veškeré sesbírané údaje proto byly rozděleny do 5 skupin dle materiálu výměníku kotle. Pro nerezové, hliníkové a měděné výměníky bylo použito požadavků pro konkrétní materiály, ocelové a litinové výměníky jsou pak posuzovány dle normy ČSN 07 7401.

3.1.1. Nerezové výměníky

Požadované vlastnosti otopné vody:	pH	7 – 9
	tvrdost	0,1 – 0,5 mmol/l
	vodivost	≤ 800 μS/cm
	obsah soli	≤ 150 ppm

Tabulka 17 Výsledky pro nerezové výměníky

Číslo vzorku	Datum odběru	Lokalita	Stáří sítě (let)	Materiál kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	pH	tvrdost	vodivost	obsah soli
							přístroj	mmol/l	μS/cm	ppm
1	25.9.2016	Boskovicko	29	nerez	ocel	ocel	8,8	0,9	174	80,5
3	24.9.2016	Boskovicko	50	nerez	ocel	ocel	8,6	0,72	175,7	83,2
4	24.9.2016	Boskovicko	9	nerez	měď	ocel	8,7	1,08	237	113
7	25.9.2016	Boskovicko	0	nerez	měď	ocel	7,8	1,62	335	158
8	27.9.2016	Brno	20	nerez	ocel	ocel	8,2	0,54	356	170
10	5.10.2016	Boskovicko	12	nerez	měď	ocel	7,4	1,8	374	178
11	28.9.2016	Blansko	12	nerez	měď	ocel	7,3	0,72	217	103
18	5.10.2016	Boskovicko	26	nerez	ocel	ocel	7,7	0,54	161	76,2
19	27.9.2016	Blansko	8	nerez	měď	ocel	7,9	0,72	216	102
20	6.10.2016	Boskovicko	26	nerez	ocel	ocel	7,6	0,72	195,7	92,3
22	13.10.2016	Židlochovicko	5	nerez	měď	ocel	8,2	1,26	380	181
24	6.10.2016	Brno	17	nerez	ocel	ocel	7,9	0,72	158,2	74,8
26	8.10.2016	Brno	9	nerez	měď	ocel	7,2	0,72	220	104
27	9.10.2016	Brno	0	nerez	měď	ocel	7,8	2,7	390,0	187,0
30	17.10.2016	Brno	83	nerez	litina	litina	7,8	0,5	155,5	73,7
31	17.10.2016	Brno	19	nerez	měď	ocel	7,7	0,5	163,7	77,5
33	18.10.2016	Prostějovsko	10	nerez	měď	ocel	8,6	0,4	215,0	102,0
35	19.10.2016	Boskovicko	20	nerez	ocel	litina	8,1	0,5	174,4	82,3
36	18.10.2016	Boskovicko	10	nerez	měď	ocel	8,1	0,9	228,0	107,0
41	21.10.2016	Boskovicko	16	nerez	ocel	ocel	7,9	0,5	151,3	71,5
42	19.10.2016	Moravskotřebovsko	46	nerez	ocel	ocel	8,2	0,5	201,0	95,0
45	23.10.2016	Boskovicko	25	nerez	ocel	ocel	8,2	0,5	157,4	74,5
46	19.10.2016	Boskovicko	8	nerez	měď	ocel	7,6	0,7	206,0	97,0
47	23.10.2016	Boskovicko	6	nerez	měď	ocel	8,1	0,9	217,0	102,0
48	22.10.2016	Boskovicko	25	nerez	měď	ocel	7,7	0,7	184,0	86,9
49	21.10.2016	Moravskotřebovsko	1	nerez	měď	ocel	7,5	1,1	273,0	129,0
50	12.10.2016	Brno	80	nerez	ocel	ocel	7,4	0,5	150,3	71,2
51	4.10.2016	Brno	1	nerez	měď	ocel	7,3	0,5	180,8	85,6
54	15.11.2016	Brno	5	nerez	měď	ocel	8,5	0,9	259,0	123,0

S uvedených výsledků vyplývá, že měřené vzorky vyhověly prakticky ve všech kritériích. I v případě obsahu soli mají nevyhovující vzorky pouze lehce nadlimitní hodnoty. V tomto případě vyhověly všechny soustavy i na tvrdost vody, a to zejm. z toho důvodu, že limity pro malé výkony jsou dost benevolentní.

Pro kotle nad 70 kW už jsou limity tvrdosti vody přísnější, konkrétně 0,1 – 0,5 mmol/l. V takovém případě by tyto výsledky nevyhovovaly. Bylo však už zmíněno, že tento průzkum zahrnuje pouze rodinné domy a menší bytové domy a je tedy počítáno pouze s výkony do 70 kW.

3.1.2. Litinové výměníky

Pro ocelové i litinové výměníky platí již zmíněná norma. Ta udává, že zde naměřených hodnot, limity pouze pro pH a tvrdost.

Požadované vlastnosti otopné vody: pH 8,5 – 9,5
 tvrdost ≥ 0,03 mmol/l

Tabulka 18 Výsledky pro litinové výměníky

Číslo vzorku	Datum odběru	Lokalita	Stáří sítě (let)	Materiál kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	pH	tvrdost
							přístroj	mmol/l
2	23.9.2016	Boskovicko	6	litina	měď	ocel	8,4	1,1
5	24.9.2016	Boskovicko	40	litina	ocel	ocel	8,2	0,7
12	4.10.2016	Boskovicko	42	litina	ocel	ocel	7,2	0,5
13	3.10.2016	Boskovicko	35	litina	měď	ocel	7,3	0,9
14	7.10.2016	Boskovicko	29	litina	ocel	ocel	7,3	0,7
17	28.9.2016	Boskovicko	20	litina	měď	ocel	7,9	0,9
21	5.10.2016	Boskovicko	26	litina	ocel	ocel	7,9	0,5
23	11.10.2016	Boskovicko	20	litina	ocel	ocel	7,5	1,3
25	5.10.2016	Brno	38	litina	ocel	litina	7,3	0,5
32	23.10.2016	Boskovicko	40	litina	ocel	litina	8,6	0,2
34	18.10.2016	Boskovicko	9	litina	měď	ocel	8,7	0,9
37	18.10.2016	Boskovicko	25	litina	ocel	ocel	8,0	0,4
38	16.10.2016	Boskovicko	0	litina	ocel	ocel	7,9	0,9
39	15.10.2016	Boskovicko	18	litina	ocel	ocel	8,2	0,2
40	17.10.2016	Boskovicko	6	litina	měď	ocel	7,7	0,9
44	22.10.2016	Boskovicko	50	litina	ocel	litina	7,7	0,7
53	28.10.2016	Blansko	50	litina	ocel	ocel	8,4	0,7

V porovnání s požadavky pro nerezové výměníky, je limit pro tvrdost vody velice shovívavý. I z toho důvodu vyhověly všechny měřené vody.

3.1.3. Ocelové výměníky

Stejná norma je platná i pro kotle s ocelovými výměníky a výsledky byly tedy porovnávány dle předchozích požadavků. Ze všech testovaných soustav pouze 3 měly zdroje s ocelovými výměníky.

Tabulka 19 Výsledky pro ocelové výměníky

Číslo vzorku	Datum odběru	Lokalita	Stáří sítě (let)	Materiál kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	pH	tvrdost
							přístroj	mmol/l
43	22.10.2016	Boskovicko	2	ocel	plast	ocel	7,8	0,9
52	10.11.2016	Blansko	25	ocel	ocel	ocel	8,6	0,7
55	9.11.2016	Prostějovsko	18	ocel	ocel	ocel	8,0	0,9

3.1.4. Měděné výměníky

Pro měděné výměníky plynových kotlů se uplatňují následující požadavky.

Požadované vlastnosti otopné vody:	pH	7 – 8,5
	tvrdost	≥ 0,03 mmol/l
	vodivost	≤ 500 μS/cm
	obsah soli	≤ 150 mmol/l

Tabulka 20 Výsledky pro měděné výměníky

Číslo vzorku	Datum odběru	Lokalita	Stáří sítě (let)	Materiál kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	pH	tvrdost	vodivost	obsah soli
							přístroj	mmol/l	μS/cm	ppm
6	24.9.2016	Boskovicko	8	měď	měď	plech	8,5	0,4	130,3	61,6
9	2.10.2016	Brno	7	měď	měď	plech	8,3	0,9	289,0	137,0
15	2.10.2016	Boskovicko	10	měď	měď	plech	8,0	1,3	312,0	148,0
16	29.9.2016	Blansko	33	měď	ocel	plech	9,1	0,2	1207,0	596,0
28	19.10.2016	Brno	7	měď	měď	plech	8,1	0,5	168,1	79,5
29	19.10.2016	Brno	13	měď	měď	plech	8,2	0,9	232,0	109,0

Do této kategorie spadá jediný vzorek ze všech 58 naměřených, který nesplňoval požadavky na pH. Z tabulky vyplývá, že tato voda výrazně překračuje limit pro vodivost, je totiž více než dvojnásobná.

Ostatní vody splňují veškeré zkoumané limity.

3.1.5. Hliníkové výměníky

Kvalitativní kritéria pro hliníkové výměníky jsou pro tento výzkum převzaty od výrobce kotlů Bergen a jsou uvedeny již v teoretické části této diplomové práce. Tyto požadavky jsou rozděleny dokonce do 4 skupin podle výkonu zdroje tepla. Opět byly použity limity pro malé výkony.

Požadované vlastnosti otopné vody:	pH	7 – 9
	tvrdost	0,1 – 3,5 mmol/l
	vodivost	≤ 800 μS/cm
	obsah soli	≤ 150 mmol/l

Tabulka 21 Výsledky pro hliníkové výměníky

Číslo vzorku	Datum odběru	Lokalita	Stáří sítě (let)	Materiál kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	pH	tvrdost	vodivost	obsah soli
							přístroj	mmol/l	μS/cm	ppm
56	10.11.2016	Prostějovsko	16	hliník	měď	plech	7,8	4,3	602,0	290,0
57	10.11.2016	Prostějovsko	24	hliník	ocel	plech	7,7	0,5	181,6	86,0
58	10.11.2016	Prostějovsko	35	hliník	ocel	litina	7,7	0,7	149,7	71,2

I v tomto případě se jedná jen o jeden vzorek, který nesplňuje požadovaná kritéria.

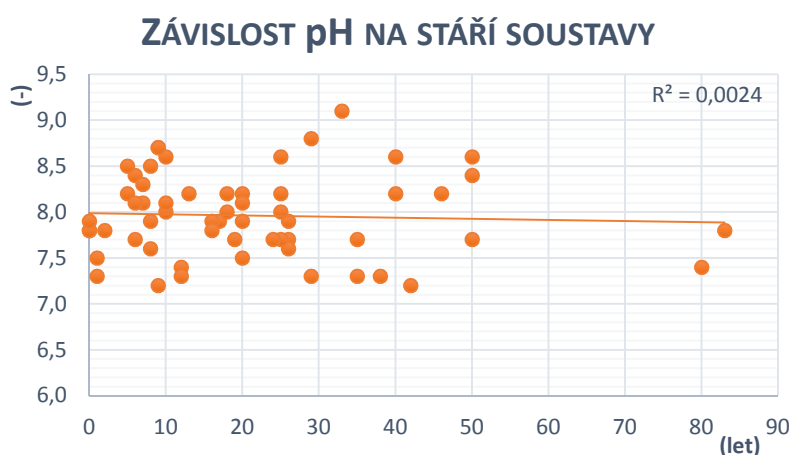
Pro srovnání byly změřeny i 3 vzorky vodovodní vody z oblasti Boskovicka, tedy nejvíce zastoupené oblasti v tomto průzkumu. Z těchto měření vyplývá, že voda v této oblasti je všeobecně velmi tvrdá. Zároveň má ale také vyšší hodnoty pro ostatní veličiny, kromě pH.

Tabulka 22 Hodnoty běžné vody z vodovodního řádu oblasti Boskovicka

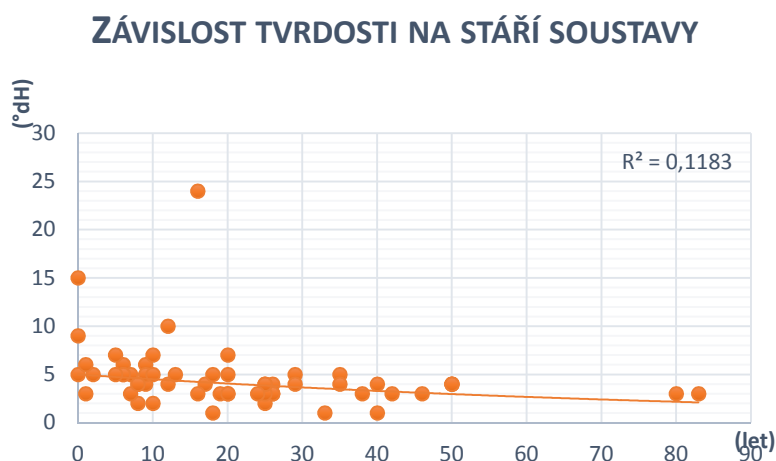
	pH hodnota		tvrdost		vodivost	TDS	obsah soli	teplota
	přístroj	papírky	dH	mmol/l	μS/cm	mg/l	ppm	°C
běžná voda 1	8,5	7,0	17,0	3,1	532,0	214,0	256,0	20,9
běžná voda 2	8,1	7,0	17,0	3,1	545,0	217,0	261,0	20,1
běžná voda 3	8,0	7,0	16,0	2,9	527,0	210,0	252,0	19,9

3.2. Vliv stáří potrubní sítě na jednotlivé vlastnosti

Naměřené výsledky mohou být použity i k posouzení vlivu stáří potrubní sítě na jednotlivé vlastnosti vody, tedy jestli stav materiálu potrubí může zhoršit vlastnosti vody. V případě toho průzkumu je výhodné, že škála věku jednotlivých soustav je opravdu široká. Od nových soustav starých pár měsíců až po potrubí staré 80 let. Řešenými vlastnostmi jsou tedy pH vody, její tvrdost, vodivost, obsah soli a TDS.

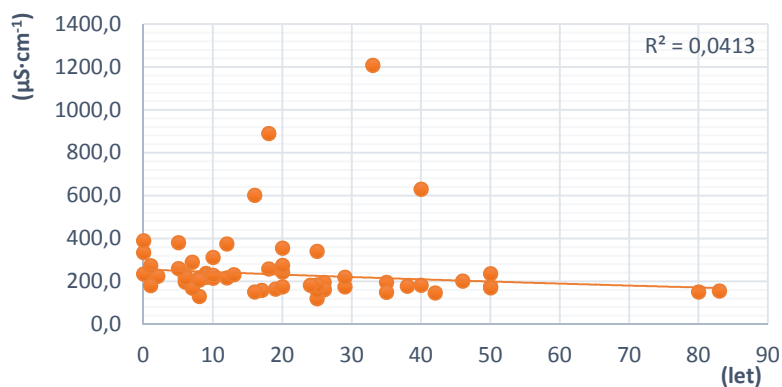


Graf 5 Závislost pH na stáří soustavy



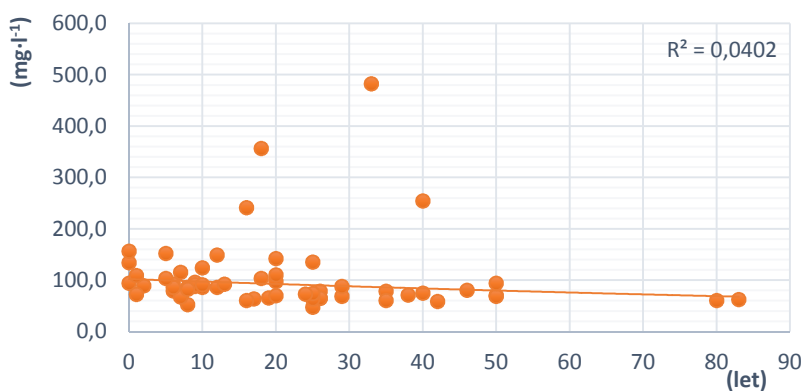
Graf 6 Závislost tvrdosti vody na stáří soustavy

ZÁVISLOST VODIVOSTI NA STÁŘÍ SOUSTAVY



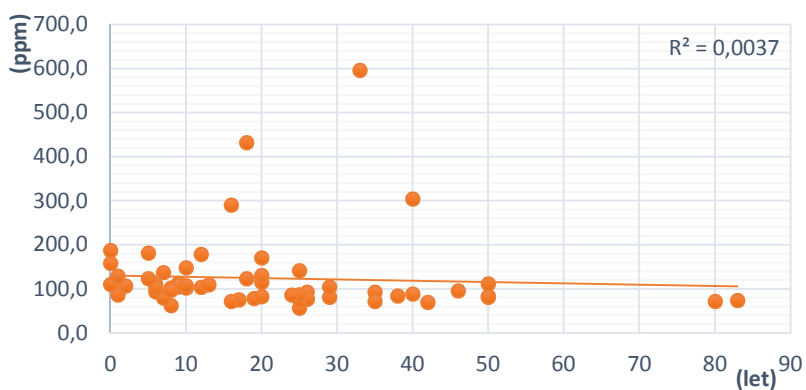
Graf 7 Závislost vodivosti na stáří soustavy

ZÁVISLOST OBSAHU TDS NA STÁŘÍ SOUSTAVY



Graf 8 Závislost obsahu TDS na stáří soustavy

ZÁVISLOST OBSAHU SOLI NA STÁŘÍ SOUSTAVY



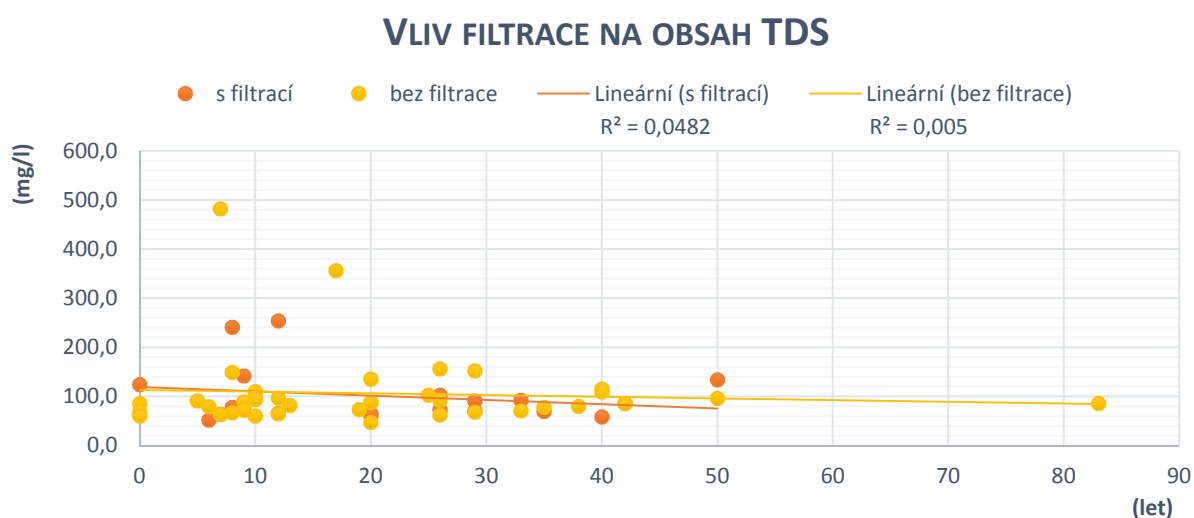
Graf 9 Závislost obsahu soli na stáří soustavy

Z předložených výsledků je zřejmé, že stáří soustavy, a tedy i materiálu potrubí, nemá na měřené veličiny prokazatelný vliv.

3.3. Vliv filtrace a odběrného místa na obsah TDS

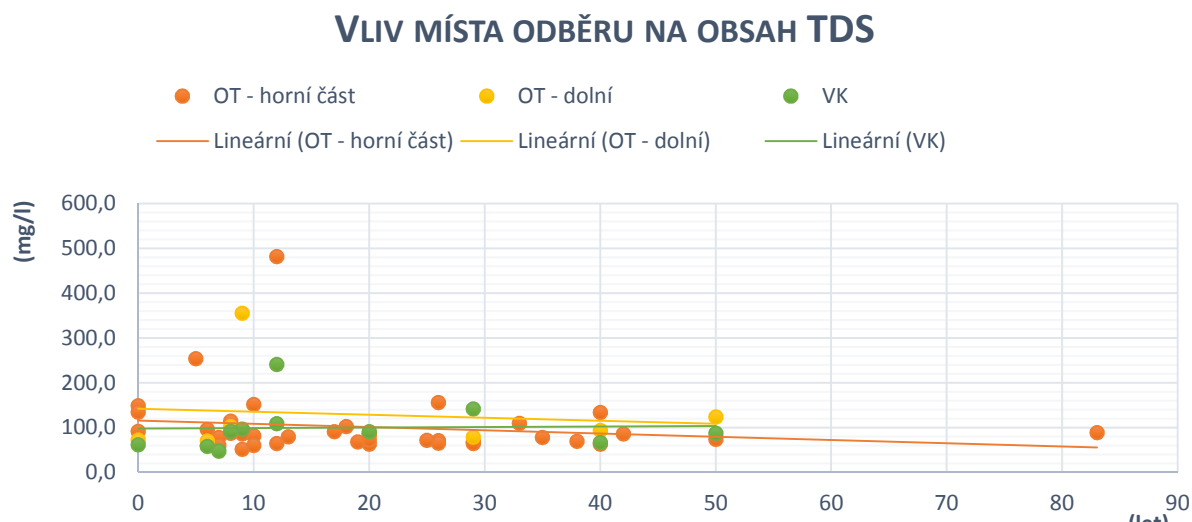
Dalším zkoumaným faktorem ve výsledcích byl vliv filtrace na obsah TDS ve vodě. Ze zkoumaných soustav 34% bylo vybaveno také filtrem a 66 % soustav bylo bez filtrace. Záměrem bylo také zkoumat vliv úpravy vody na jednotlivé vlastnosti, ale ze sesbíraných 58 vzorků byly pouze 4 opatřeny úpravnou vodou. Takové výsledky by nebyly směrodatné.

Žádný vliv filtrace na obsah TDS ve vodě zkoumaných soustav nebyl prokázán, mezi jednotlivými výsledky není žádná výrazná závislost.



Graf 10 Vliv filtrace na obsah TDS

Součástí dotazníku bylo i upřesnění místa odběru vody. Tato položka byla do dotazníku zahrnuta z toho důvodu ověření, zda má místo odběru vliv na obsah nečistot ve vzorku. Jednou z úvah bylo, že voda odebraná z horní části otopného tělesa by mohla obsahovat menší množství nečistot než voda odebraná z dolní části tělesa nebo dokonce z vypouštěcího ventilu ve spodní části soustavy.



Graf 11 Vliv místa odběru na obsah TDS

Opět nebyl prokázán žádný vliv na zkoumanou vlastnost vody. Z trendů by se dalo s nadsázkou odvodit, že voda odebraná z dolní části otopného tělesa měla větší obsah TDS, ale vzhledem k malému počtu vzorků a malé spolehlivosti trendu jde spíše o náhodný výsledek grafu, který nebyl dostatečně prokázán.

4. Diskuze

Zamýšleným výsledkem tohoto průzkumu mělo být určení kvality vody ve skutečných soustavách a případné závislosti jednotlivých vlastností na filtraci, úpravě vody, apod. Nepodařilo se však určit žádnou výraznou závislost, jak je zřejmé z předložených výsledků. To je způsobeno i malým množstvím naměřených vzorků. Počet 58 vzorků není dostatečně rozsáhlý pro zjištění jakékoli skutečné závislosti.

Dalším faktorem je i to, že prakticky všechny vzorky byly odebrány z menších objektů, rodinných domů s malým výkonem kotle. V takovém případě se běžně doplňuje neupravená voda z vodovodního řadu. Navíc požadované limity pro takovéto zdroje tepla nejsou příliš přísné, a proto většina z měřených vzorků vyhověla.

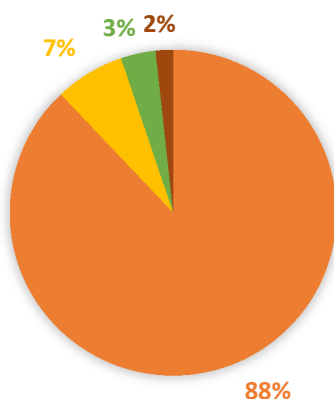
Dalším faktorem, který ovlivnil výsledky je lokalita odběru. V 55 % případů byla voda odebrána na Boskovicku, v 22 % případů v Brně a po 9 % v Blansku a Prostějovsku. Každopádně z uvedeného přehledu odběrných míst vyplývá, že všechny vzorky vody byly odebrány v jedné oblasti (max. vzdálenost mezi odběrnými místy je 65 km). Pro lepší porovnání a výsledky by bylo vhodné získat více vzorků i ze vzdálenějších oblastí.

5. Závěr

Závěrem tohoto průzkumu je zjištění, že v naprosté většině reálných soustav je otopná voda dostatečně kvalitní a odpovídá požadavkům zdroje tepla. Zároveň je třeba připomenout, že tato voda by už pro kotle s větším výkonem než 70 kW nevyhověla na požadavky tvrdosti vody, které se s rostoucím výkonem zpřísňují. Pokud už voda nesplňovala všechny požadavky, byl to nejčastěji obsah soli, který nevyhovoval daným limitům.

SPLŇENÍ POŽADAVKŮ NA KVALITU VODY

■ vyhovuje ■ nesplňuje 1 kritérium ■ nesplňuje 2 kritéria ■ nesplňuje 3 kritéria



Graf 12 Celkové výsledky hodnocení kvality otopné vody

U naměřených vzorků byly zkoumány také závislosti kvality vody na stáří soustavy, na filtraci a úpravě vody, ale žádný prokazatelný vliv nebyl zjištěn. Posbíraná data mohou sloužit k jistému přehledu, jaký typ materiálu a otopných těles je nejčastěji použit v rodinných domech.

V rámci měření byla také porovnána přesnost měření pH podle lakmusových papírků a pomocí elektronického pH metru. Pro účely analýzy byly použity výsledky z pH metru, které lze považovat za přesnější. Všechny vody se pohybovaly v rozmezí hodnot 6 – 9, kdy je podle škály pro lakmusové papírky těžké určit jemné rozdíly v barvě. Proto je často rozdíl mezi hodnotou naměřenou pH metrem a indikačními papírky větší než 1. V případě potřeby přesných výsledků je tedy vhodné použít měření pH metrem.

V závěru této experimentální části jsou doloženy celkové výsledky z měření, obsahující veškeré popisné informace zkoumané soustavy a také hodnoty jednotlivých kvalitativních vlastností otopné vody.

Číslo vzorku	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě (let)	Materiál kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH hodnota		tvrdost		vodivost	TDS	obsah soli	teplota
											přístroj	papírky	dH	mmol/l	μS/cm	mg/l	ppm	°C
1	25.9.2016	OT horní	RD	Boskovicko	29	nerez	ocel	ocel	ne	ne	8,8	5	5	0,9	174,0	68,4	80,5	21,6
2	23.9.2016	OT dolní	RD	Boskovicko	6	litina	měď	plech	ne	ne	8,4	7	6	1,1	197,4	79,0	93,4	21,5
3	24.9.2016	OT dolní	RD	Boskovicko	50	nerez	ocel	ocel	ne	ano	8,6	7	4	0,7	175,7	70,5	83,2	21,3
4	24.9.2016	OT horní	RD	Boskovicko	9	nerez	měď	plech	ne	ne	8,7	5	6	1,1	237,0	96,0	113,0	21,5
5	24.9.2016	OT horní	RD	Boskovicko	40	litina	ocel	plech	ne	ne	8,2	6	4	0,7	182,8	74,4	88,0	21,6
6	24.9.2016	OT horní	BD	Boskovicko	8	měď	měď	plech	ne	ano	8,5	6	2	0,4	130,3	52,1	61,6	21,2
7	25.9.2016	OT horní	BD	Boskovicko	0	nerez	měď	plech	ne	ano	7,8	5	9	1,6	335,0	134,0	158,0	21,1
8	27.9.2016	VK	ADMIN	Brno	20	nerez	ocel	ocel	ne	ano	8,2	7	3	0,5	356,0	142,0	170,0	19,2
9	2.10.2016	OT horní	RD	Brno	7	měď	měď	plech	ano	ne	8,3	7	5	0,9	289,0	115,0	137,0	19,0
10	5.10.2016	OT horní	RD	Boskovicko	12	nerez	měď	plech	ne	ne	7,4	6	10	1,8	374,0	149,0	178,0	19,2
11	28.9.2016	OT horní	RD	Blansko	12	nerez	měď	plech	ne	ne	7,3	6	4	0,7	217,0	86,0	103,0	19,5
12	4.10.2016	VK	RD	Boskovicko	42	litina	ocel	ocel	ne	ano	7,2	6	3	0,5	146,8	58,7	69,1	19,8
13	3.10.2016	OT horní	RD	Boskovicko	35	litina	měď	plech	ano	ano	7,3	7	5	0,9	196,2	78,2	92,4	19,8
14	7.10.2016	VK	RD	Boskovicko	29	litina	ocel	plech	ano	ne	7,3	7	4	0,7	220,0	88,0	104,0	19,4
15	2.10.2016	OT dolní	RD	Boskovicko	10	měď	měď	plech	ne	ano	8,0	7	7	1,3	312,0	124,0	148,0	19,2
16	29.9.2016	OT horní	RD	Blansko	33	měď	ocel	plech	ne	ne	9,1	9	1	0,2	1207,0	482,0	596,0	19,1
17	28.9.2016	VK	BD	Boskovicko	20	litina	měď	plech	ne	ne	7,9	6	5	0,9	243,0	97,0	115,0	19,2
18	5.10.2016	OT horní	RD	Boskovicko	26	nerez	ocel	plech	ne	ne	7,7	7	3	0,5	161,0	64,6	76,2	19,4
19	27.9.2016	OT horní	RD	Blansko	8	nerez	měď	plech	ne	ne	7,9	7	4	0,7	216,0	86,0	102,0	19,4
20	6.10.2016	OT horní	RD	Boskovicko	26	nerez	ocel	plech	ne	ne	7,6	6	4	0,7	195,7	78,1	92,3	19,4
21	5.10.2016	OT horní	RD	Boskovicko	26	litina	ocel	plech	ne	ano	7,9	8	3	0,5	162,5	64,9	77,3	19,7
22	13.10.2016	OT horní	RD	Židlochovicko	5	nerez	měď	ocel	ne	ne	8,2	7	7	1,3	380,0	152,0	181,0	23,5
23	11.10.2016	OT horní	RD	Boskovicko	20	litina	ocel	plech	ne	ne	7,5	7	7	1,3	275,0	110,0	130,0	24,0
24	6.10.2016	OT horní	RD	Brno	17	nerez	ocel	plech	ano	ano	7,9	7	4	0,7	158,2	63,3	74,8	25,1
25	5.10.2016	OT horní	RD	Brno	38	litina	ocel	litina	ne	ne	7,3	7	3	0,5	177,6	71,0	83,8	25,0
26	8.10.2016	OT horní	RD	Brno	9	nerez	měď	plech	ne	ne	7,2	7	4	0,7	220,0	88,0	104,0	24,5
27	9.10.2016	OT horní	RD	Brno	0	nerez	měď	plech	ne	ne	7,8	8	15	2,7	390,0	156,0	187,0	21,2
28	19.10.2016	VK	BD	Brno	7	měď	měď	plech	ne	ne	8,1	7	3	0,5	168,1	67,2	79,5	21,1
29	19.10.2016	VK	BD	Brno	13	měď	měď	plech	ne	ne	8,2	8	5	0,9	232,0	92,0	109,0	21,1
30	17.10.2016	VK	RD	Brno	83	nerez	litina	litina	ne	ne	7,8	7	3	0,5	155,5	62,3	73,7	21,2

Tabulka 23 Kompletní výsledky měření

Číslo vzorku	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě (let)	Materiál kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH hodnota		tvrdost		vodivost	TDS	obsah soli	teplota
											přístroj	papírky	dH	mmol/l	μS/cm	mg/l	ppm	°C
31	17.10.2016	OT horní	RD	Brno	19	nerez	měď	plech	ne	ano	7,7	8	3	0,5	163,7	65,4	77,5	21,5
32	23.10.2016	OT horní	RD	Boskovicko	40	litina	ocel	litina	ne	ano	8,6	8	1	0,2	630,0	254,0	304,0	22,1
33	18.10.2016	OT horní	RD	Prostějovsko	10	nerez	měď	plech	ne	ano	8,6	7	2	0,4	215,0	86,0	102,0	22,0
34	18.10.2016	OT horní	RD	Boskovicko	9	litina	měď	plech	ne	ne	8,7	8	5	0,9	228,0	91,0	108,0	22,1
35	19.10.2016	OT horní	BD	Boskovicko	20	nerez	ocel	litina	ne	ano	8,1	7	3	0,5	174,4	69,5	82,3	22,1
36	18.10.2016	VK	RD	Boskovicko	10	nerez	měď	plech	ne	ano	8,1	7	5	0,9	228,0	91,0	107,0	22,5
37	18.10.2016	VK	RD	Boskovicko	25	litina	ocel	ocel	ne	ne	8,0	7	2	0,4	118,7	47,4	56,2	22,2
38	16.10.2016	OT horní	BD	Boskovicko	0	litina	ocel	plech	ne	ano	7,9	7	5	0,9	235,0	94,0	110,0	22,0
39	15.10.2016	OT dolní	RD	Boskovicko	18	litina	ocel	plech	ne	ne	8,2	8	1	0,2	889,0	356,0	432,0	22,2
40	17.10.2016	OT horní	RD	Boskovicko	6	litina	měď	ocel	ne	ano	7,7	6	5	0,9	231,0	92,0	109,0	22,0
41	21.10.2016	OT horní	RD	Boskovicko	16	nerez	ocel	plech	ne	ano	7,9	7	3	0,5	151,3	60,5	71,5	22,4
42	19.10.2016	OT horní	RD	Moravskotřebovsko	46	nerez	ocel	ocel	ne	ne	8,2	7	3	0,5	201,0	80,0	95,0	21,9
43	22.10.2016	OT horní	BD	Boskovicko	2	ocel	plast	ocel	ne	ne	7,8	7	5	0,9	224,0	89,0	106,0	21,9
44	22.10.2016	OT horní	RD	Boskovicko	50	litina	ocel	litina	ne	ne	7,7	7	4	0,7	170,5	68,2	80,5	21,1
45	23.10.2016	OT horní	RD	Boskovicko	25	nerez	ocel	plech	ne	ne	8,2	8	3	0,5	157,4	63,2	74,5	21,4
46	19.10.2016	OT horní	BD	Boskovicko	8	nerez	měď	plech	ne	ne	7,6	7	4	0,7	206,0	82,0	97,0	21,3
47	23.10.2016	OT horní	BD	Boskovicko	6	nerez	měď	plech	ne	ne	8,1	8	5	0,9	217,0	86,0	102,0	20,9
48	22.10.2016	OT horní	BD	Boskovicko	25	nerez	měď	plech	ne	ne	7,7	7	4	0,7	184,0	73,7	86,9	21,4
49	21.10.2016	VK	RD	Moravskotřebovsko	1	nerez	měď	plech	ne	ne	7,5	7	6	1,1	273,0	109,0	129,0	21,3
50	12.10.2016	OT horní	RD	Brno	80	nerez	ocel	plech	ne	ne	7,4	7	3	0,5	150,3	60,2	71,2	21,5
51	4.10.2016	OT horní	RD	Brno	1	nerez	měď	plech	ne	ne	7,3	7	3	0,5	180,8	72,2	85,6	21,4
52	10.11.2016	OT horní	RD	Blansko	25	ocel	ocel	plech	ne	ne	8,6	7	4	0,7	340,0	135,0	141,0	21,7
53	28.10.2016	OT dolní	RD	Blansko	50	litina	ocel	plech	ne	ne	8,4	7	4	0,7	236,0	94,0	111,0	21,7
54	15.11.2016	OT horní	BD	Brno	5	nerez	měď	plech	ne	ne	8,5	8	5	0,9	259,0	103,0	123,0	21,8
55	9.11.2016	OT dolní	BD	Prostějovsko	18	ocel	ocel	plech	ne	ano	8,0	7	5	0,9	258,0	103,0	123,0	21,0
56	10.11.2016	VK	RD	Prostějovsko	16	hliník	měď	plech	ne	ano	7,8	7	24	4,3	602,0	241,0	290,0	21,9
57	10.11.2016	OT dolní	BD	Prostějovsko	24	hliník	ocel	plech	ne	ano	7,7	7	3	0,5	181,6	72,6	86,0	21,8
58	10.11.2016	OT horní	RD	Prostějovsko	35	hliník	ocel	litina	ne	ne	7,7	8	4	0,7	149,7	60,4	71,2	21,9
									PRŮMĚR		8,0	7,0	4,7	0,8	261,0	104,3	124,0	21,3
								SMĚRODATNÁ ODCHYLKA			0,45	0,78	3,37	0,61	179,43	71,79	88,22	1,40

Závěr

Tématem této diplomové práce byla kvalita topné vody v závislosti na materiálu výměníku kotle. V teoretické části je bližší popis jednotlivých měřených vlastností vody, způsob měření a také rozdělení zdrojů tepla dle materiálu výměníku.

Experimentální část se zabývala měřeními a hodnocením výsledků sesbíraných z funkčních otopných soustav s plynovým kotlem. V rámci průzkumu bylo zhodnoceno 58 vzorků, které byly následně analyzovány a porovnány s požadavky jednotlivých materiálů. Hlavním závěrem tohoto průzkumu je zjištění, že kvalita topné vody v menších objektech má dostačující kvalitu odpovídající požadavkům kotlů malých výkonů.

Součástí této diplomové práce byl také návrh vytápění pro administrativní objekt. Objekt je součástí komplexu, který je vytápěn jednou kotelnou. Oba objekty jsou totožné, a proto se v projektu řešil podrobně pouze jeden objekt a při návrhu zdroje tepla se počítalo s dvojnásobným výkonem. Celková roční potřeba tepla jednoho objektu je 9 950 kWh.

Kotelna pro obě budovy se nachází v suterénu prvního objektu. Zdroj tepla byl navržen ve dvou variantách, a to jako kotel s nerezovým výměníkem a s výměníkem ze slitiny hliníku a křemíku. Pro obě varianty pak byly navrženy zvlášť i zabezpečovací zařízení a úpravy vody.

Hlavním systémem vytápění v objektu je aktivace betonového jádra, přičemž moduly jsou umístěny ve dvou ze tří stropních desek. Systém aktivace betonového jádra bude využíván i k částečnému pokrytí chlazení v letním období. Soustava je tedy rozdělena do 6 větví. Jedna větev slouží k zásobování teplem druhé budovy, dále byla navržena větev pro vzduchotechniku, přípravu teplé vody, větev pro otopná tělesa a dvě větve pro systém aktivace betonového jádra, který je rozdělen na východní a západní část. K přípravě teplé vody je v kotelně umístěn zásobníkový ohřívač, který bude v létě napájen pomocí elektrické topné tyče, neboť kotel bude mimo topné období odstaven. Objekt je větrán nuceně, ale bližší řešení vzduchotechniky nebylo součástí návrhu.

Cílem projektu bylo ověřit, zda je možné navrhnout aktivaci betonového jádra primárně jako systém vytápění budovy, přičemž možnost chlazení je vedlejší efekt. V praxi se takový projekt řeší primárně pro chlazení objektu a podle toho se odvíjí např. návrh a ověření dimenzí potrubí, počet a umístění modulů, aj. Postup návrhu se tedy od praxe liší. Pro lepší využití při chlazení by bylo vhodné navrhnout moduly do všech stropních konstrukcí. V takovém případě by ale bylo nutné regulovat výkon v době vytápění, aby nedošlo k přetápění objektu, anebo odpojit od zdroje systém v prostředním nadzemním podlaží. Avšak i v případě takového návrhu by systém aktivace betonového jádra nestačil k pokrytí celkové potřeby chladu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) Voda. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-09-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>
- (2) Staněk, J. NA KAŽDÉM KROKU CHEMIE. Praha: Práce, 1977.
- (3) MACEŠKA, R. Měření vodivosti kapalin. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 73s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.
- (4) Broncová, Krondák, Člupek. In-situ měření pH, vodivosti a kyslíku ve štole Josef. VŠCHT.
- (5) Technické podklady - Wolf.
- (6) <http://www.zmekceni-vody.cz>
- (7) Technické podklady - Bergen.
- (8) <http://www.topimechytre.cz>
- (9) *Tzb-info.cz: Nedostatky při napouštění a odvodušňování soustav* [online]. [cit. 2016-12-22]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/provoz-a-udrzba-vytapeni/6522-nedostatky-pri-napousteni-a-odvzdušňování-soustav>
- (10) <http://www.topin.cz>
- (11) <http://www.vodarenska.cz>
- (12) <http://www.asio.cz>
- (13) *Tzb-info.cz: Katexové úpravy pitné vody pro domácí použití* [online]. [cit. 2016-12-22]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/7765-katexove-upravny-pitne-vody-pro-domaci-vyuziti>
- (14) <http://www.thermona.cz>
- (15) ROVNANÍKOVÁ, Pavla, Pavel ROVNANÍK a Richard KŘÍSTEK. Stavební chemie. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-7204-410-9.
- (16) SKÝBA, P. Hodnocení koroze u vybraných typů hliníkových slitin pro letecký průmysl. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 84 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Bohumil Pacal, CSc.
- (17) <http://www.fasteners-cz.cz>
- (18) Technické podklady - Viessman.
- (19) Technické podklady – Uponor.
- (20) Technické podklady – Rehau.
- (21) <http://www.korado.cz>
- (22) <http://www.imi-hydronic.com>
- (23) <http://www.taconova.com>
- (24) <http://www.ivarcs.cz>
- (25) <http://www.zefin.cz>
- (26) Technické podklady – Buderus.
- (27) <http://cz.grundfos.com>
- (28) <http://racioterm.cz>
- (29) <http://www.vetrani-ventilatory.cz>
- (30) *Topenářská příručka*. Praha: Agentura ČSTZ, 2007. ISBN 978-80-86028-13-2.
- (31) <http://www.isover.cz>
- (32) <http://www.noriapumpy.cz>
- (33) <http://www.bvk.cz>
- (34) <http://www.regulus.cz>

SEZNAM GRAFICKÝCH ZDROJŮ

- (35) Voda. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-09-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>
- (36) Chinese medicine living: pH - What is it and why does it matter? [online]. 2015 [cit. 2016-12-22]. Dostupné z: <https://www.chinesemedicineliving.com/nutritional-therapy/ph-what-is-it-and-why-does-it-matter/>
- (37) <http://www.zmekceni-vody.cz>
- (38) Broncová, Krondák, Člupek. In-situ měření pH, vodivosti a kyslíku ve štole Josef. VŠCHT.
- (39) MACEŠKA, R. Měření vodivosti kapalin. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 73s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.
- (40) Tzb-info.cz: Katexové úpravy pitné vody pro domácí použití [online]. [cit. 2016-12-22]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/7765-katexove-upravny-pitne-vody-pro-domaci-vyuziti>
- (41) <http://www.conrad.cz>
- (42) <https://www.aaatopeni.cz>
- (43) <http://www.etzbshop.cz>
- (44) <http://www.wolfcr.cz>
- (45) <http://www.e-teplo.cz>
- (46) <http://www.mapy.cz>
- (47) <http://www.elektro-hofman.cz>

POUŽITÉ NORMY A VYHLÁŠKY

- (48) ČSN 07 7401 *Voda a pára pro tepelná energetická zařízení s pracovním tlakem páry do 8 MPa* 1992.
- (49) ČSN EN 1717 *Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem* 2002.
- (50) ČSN 73 0540 - 2 *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky* 2011.
- (51) ČSN 73 0540 – 3 *Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin* 2005.
- (52) ČSN EN 12831 *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu* 2005.
- (53) ČSN 73 0548 *Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů* 1986.
- (54) ČSN 06 0320 *Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování* 2006.
- (55) TNI 73 0331 *Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet* 2013.
- (56) vyhl. č. 78/2013 Sb. *o energetické náročnosti budov*

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Označení	Popis	Jednotka
U	součinitel prostupu tepla	W/m^2K
R	tepelný odpor	m^2K/W
R_{si}	tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně	m^2K/W
R_{se}	tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně	m^2K/W
d	tloušťka	m
λ	součinitel tepelné vodivosti	W/mK
A	plocha	m^2
Φ_T	návrhová tepelná ztráta prostupem vytápěného prostoru	W
Φ_V	návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru	W
$H_{T,ie}$	součinitel tep. ztráty prostupem z vyt. prostoru do venkovního prostředí	W/K
$H_{T,g}$	součinitel tep. ztráty prostupem do zeminy z vytápěného prostoru	W/K
$H_{T,iue}$	součinitel tep. ztráty prostupem z vyt. prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostorem	W/K
$H_{T,ij}$	součinitel tep. ztráty prostupem z vyt. prostoru do sousedního Prostoru vytápěného na jinou teplotu	W/K
θ	teplota	$^{\circ}C$
ΔU_{tb}	korekční součinitel	W/m^2K
b_u	teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl prostorů	-
f_{g1}	korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty	-
f_{g2}	teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou teplotou a výpočtovou venkovní teplotou	-
U_{equiv}	ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební části	W/m^2K
G_W	korekční činitel zohledňující vliv spodní vody	-
$f_{i,j}$	redukční teplotní činitel	-
H_v	součinitel návrhové tepelné ztráty větráním	W/K
V	objem	m^3
ρ	hustota	kg/m^3
c	měrná tepelná kapacita	J/kgK
V_{inf}	množství infiltrovaného vzduchu	m^3/h
V_{su}	množství přiváděného vzduchu do místnosti	m^3/h
V_{mech}	rozdíl množství mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem	m^3/h
n_{min}	minimální intenzita výměny venkovního vzduchu	h^{-1}
n_{50}	intenzita výměny vzduchu za hodinu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějškem budovy	h^{-1}
e	stínící součinitel	-
ε	výškový korekční činitel	-
η	účinnost	-
T	teplota	K
I_o	celková intenzita sluneční radiace	W/m^2
I_{od}	intenzita difúzní radiace	W/m^2
C_o	korekce na čistotu atmosféry	-
s	stínící součinitel	-
a_s	azimut slunce	-
h	výška slunce	-
P	příkon	W
C_1	součinitel současnosti používání světel	-
C_2	zbytkový součinitel	-
Z_1	součinitel na úpravu okolí	-
Z_2	součinitel na počet článků otopného tělesa	-
Z_3	součinitel na umístění tělesa v místnosti	-

φ	součinitel způsobu připojení tělesa	-
Q_T	výkon tělesa	W
M	hmotnostní průtok	kg/h
l	délka	m
R	měrná ztráta třením	Pa/m
$R \cdot l$	tlaková ztráta třením	Pa
w	rychlost	m/s
ξ	součinitel místního odporu	-
Z	ztráty místními odpory	Pa
k_v	průtokový součinitel	-
V_{2p}	celková potřeba tepla v dané periodě	m ³
V_d	objem dávky vody	m ³
Q_{2p}	teplo dodané ohříváčem do teplé vody během periody	kWh
Q_{2t}	teoretické teplo odebrané z ohříváče během periody	kWh
Q_{2z}	teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody během periody	kWh
z	předpokládané procento ztrát	-
λ	součinitel přebytku kyslíku	-
H	výhřevnost paliva	MJ/m ³
P	potřeba paliva	m ³
g	propustnost okna	-
p_h	procento denní doby, kdy jsou uživatelé přítomní v budově	-
h_{pr}	provozní doba větracího systému za jeden den	hod
γ	podíl zisků a ztrát v budově	-
C	vnitřní tepelná kapacita budovy	J/K
C_m	měrná kapacita plošných konstrukcí	J/K
τ	časová konstanta budovy	h
a	faktor setrvačnosti budovy	-
η_h	stupeň využití zisků	-
α	součinitel přestupu tepla	W/m ² K
α	součinitel teplotní roztažnosti	mm/mK
Q_{PRIP}	výkon zdroje tepla	W
n	koeficient tepelné roztažnosti vody, která se ohřívá z 10 °C na požadovanou teplotu	
p_{ddov}	nejnižší dovolený provozní přetlak	kPa
p_d	nejnižší provozní přetlak	kPa
p_k	minimální konstrukční přetlak jednotlivých prvků soustavy	kPa
p_{ot}	otevírací přetlak	kPa
α_v	výtokový součinitel pojistného ventilu	-
K	konstanta závislá na stavu syté páry při přetlaku p_{ot}	kPa

SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ

SEZNAM TABULEK

Tab.1	Stupnice tvrdosti vody	21
Tab.2	Převod jednotek tvrdosti	22
Tab.3	Rozdělení elektrolytů	23
Tab.4	Požadavky normy ČSN 07 7401	30
Tab.5	Některé parametry vodovodní vody v obci Velké Opatovice	32
Tab.6	Přehled použitých konstrukcí	47

Tab.7	Přehled tepelných ztrát objektu	51
Tab.8	Přehled navržených výkonů	60
Tab.9	Přehled tepelných zátěží	65
Tab.10	Přehled navržených chladících výkonů	66
Tab.11	Navržená otopná tělesa	68
Tab.12	Odběr teplé vody během dne	80
Tab.13	Výpočet potřeby tepla a chladu	96
Tab.14	Tepelná izolace potrubí	99
Tab.15	Objem vody v soustavě	107
Tab.16	Objem vody v soustavě	117
Tab.17	Výsledky pro nerezové výměníky	140
Tab.18	Výsledky pro litinové výměníky	141
Tab.19	Výsledky pro ocelové výměníky	141
Tab.20	Výsledky pro měděné výměníky	142
Tab.21	Výsledky pro hliníkové výměníky	142
Tab.22	Hodnoty běžné vody z vodovodního řadu v oblasti Boskovicka	144
Tab.23	Kompletní výsledky měření	149

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr.1	Molekula vody	18
Obr.2	Škála pH	20
Obr.3	Pásky pro měření tvrdosti vody	25
Obr.4	Schéma měření vodivosti	26
Obr.5	Schéma induktivního snímače vodivosti	27
Obr.6	Měřič vodivosti LWT	27
Obr.7	Měřič vodivosti, TDS, obsahu soli a teploty ExTech	27
Obr.8	Požadavky na topnou vodu – hliníkové výměníky	29
Obr.9	Požadavky na topnou vodu – nerezové výměníky	30
Obr.10	Požadavky na topnou vodu – hliníkové výměníky	30
Obr.11	Vrstva vápence na výměníku	31
Obr.12	Úpravna vody	33
Obr.13	Možné schéma úpravny vody	35
Obr.14	Filtr IVAR	36
Obr.15	Kompozitní odlučovač nečistot s magnetem Caleffi	36
Obr.16	Kondenzační kotel Wolf s hliníkovým výměníkem	37
Obr.17	Ukázka diagram potenciál-pH pro hliník	38
Obr.18	Zdroj tepla s nerezovým výměníkem Viessman	39
Obr.19	Druh pokládky – dvojitý meandr	57
Obr.20	Schéma připojení modulů na rozdělovač	58
Obr.21	Použité topné výkony dle technických podkladů	58
Obr.22	Použité chladící výkony dle technických podkladů	59

Obr.23	Schéma geometrie stínu	63
Obr.24	Technické parametry RADIK LINE VK 11	69
Obr.25	Technické parametry RADIK VKL 22	69
Obr.26	Technické parametry ISAN PALMYRA CHROM	70
Obr.27	Návrhový diagram vyvažovacího ventilu	76
Obr.28	Technický list vyvažovacího ventilu	76
Obr.29	Technický list R + S	77
Obr.30	Technický list ventilové vložky otopného tělesa	78
Obr.31	Technický list trojcestného směšovacího ventilu	79
Obr.32	Křivka odběru teplé vody	81
Obr.33	Technický list Logalux SU400/5	82
Obr.34	Výkonová křivka navrženého oběhového čerpadla	83
Obr.35	Výkonová křivka navrženého oběhového čerpadla	84
Obr.36	Výkonová křivka navrženého oběhového čerpadla	85
Obr.37	Výkonová křivka navrženého oběhového čerpadla	86
Obr.38	Výkonová křivka navrženého oběhového čerpadla	87
Obr.39	Schéma R + S	88
Obr.40	Technické parametry navrženého R + S	90
Obr.41	Technické parametry HVDT	99
Obr.42	Technický list ventilátoru	94
Obr.43	Technický list izolačního pouzdra	100
Obr.44	Návrh U-kompenzátoru	101
Obr.45	Logano Plus SB625	105
Obr.46	Hořák Dreizler	106
Obr.47	Závislost poměrného zvětšení objemu vody při ohřátí z 10 °C	108
Obr.48	Technický list expanzní nádoby	110
Obr.49	Technický list pojistného ventilu	110
Obr.50	Jakost vody v dané oblasti	111
Obr.51	Návrhový diagram pro úpravu vody pro kotel s nerezovým výměníkem	111
Obr.52	Automatický změkčovací filtr a potrubní oddělovač	112
Obr.53	Logano Plus GB312	116
Obr.54	Technický list expanzní nádoby Regulus HS200	118
Obr.55	Technický list pojistného ventilu IVAR.PV KD20	119
Obr.56	Jakost vody v dané oblasti	120
Obr.57	Návrhový diagram pro úpravu vody	120
Obr.58	Demineralizační kolona DKC	121
Obr.59	Mapa rozložení odebraných vzorků	136
Obr.60	Použití pH metru	137
Obr.61	Použitý měřič vodivosti	137
Obr.62	Foto z měření	138

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1	Potřeba tepla a chladu	97
Graf 2	Zkoumané materiály výměníků	139
Graf 3	Zkoumané materiály potrubní sítě	139
Graf 4	Zkoumané materiály otopných těles	139
Graf 5	Závislost pH na stáří sítě	144
Graf 6	Závislost tvrdosti na stáří sítě	144
Graf 7	Závislost vodivosti na stáří sítě	145
Graf 8	Závislost obsahu TDS na stáří sítě	145
Graf 9	Závislost obsahu soli na stáří sítě	145
Graf 10	Vliv filtrace na obsah TDS	146
Graf 11	Vliv místa odběru na obsah TDS	146
Graf 12	Celkové hodnocení kvality měřené vody	147

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1:	Výpočet tepelných ztrát
Příloha 2:	Výpočet tepelné zátěže

SEZNAM VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE

Výkres 1:	Půdorys 1NP
Výkres 2:	Půdorys 2NP
Výkres 3:	Půdorys 3NP
Výkres 4:	Půdorys 1PP
Výkres 5:	Rozvinuté schéma
Výkres 6:	Schéma zapojení kotelny – varianta 1
Výkres 7:	Půdorys kotelny – varianta 1
Výkres 8:	Schéma zapojení kotelny – varianta 2
Výkres 9:	Půdorys kotelny – varianta 2



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

PŘÍLOHA 1
VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Tereza Snášelová

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2017

0.01 chodba

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
O3	Sklepní okno	0,30	2,900	0,000	2,900	1	0,87
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							0,87
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	3,41	1,358	0,556	2,57		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							2,57
Tepelné ztráty zeminou							
Č.k.	Popis	A_k	$U_{eqv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
ZEM	Podlaha na zemině	58,02	0,14	1,450	0,370	1	4,36
S3	Obvodová stěna 580 mm	99,48	0,24	1,450	0,370	1	12,82
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							17,18
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							20,63
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		15	-12	27	20,63		556,91

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky	$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
	100,71	0,5	-12	15	1	201,41
	$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
	8,05648		0,02	1	1	
max. ($V_{min,i}; V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
101	34,241	27		924,52		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	556,91	924,52	1481,43

0.02 kotelna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
O3	Sklepní okno	0,30	2,900	0,000	2,900	1	0,87
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							0,87
Tepelné ztráty zeminou							
Č.k.	Popis	A_k	$U_{eqv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
ZEM	Podlaha na zemině	24,14	0,14	1,450	0,370	1	1,81
S3	Obvodová stěna 580 mm	27,28	0,22	1,450	0,370	1	3,28
Celková měrná tepelná zeminou							5,10
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							5,97
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		15	-12	27	5,97		161,10

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky	$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
	38,624	0,5	-12	15	1	77,25
	$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
	3,08992		0,02	1	1	
max. ($V_{min,i}; V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
39	13,132	27		354,57		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	161,10	354,57	515,67

0.03 sklad

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty zeminou							
Č.k.	Popis	A_k	$U_{eqv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
ZEM	Podlaha na zemině	42,15	0,14	1,450	0,370	1	3,17
S2	Obvodová stěna 500 mm	70,91	0,14	1,450	0,370	1	5,33
Celková měrná tepelná zeminou							8,50
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							8,50
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		15	-12	27	8,50		229,52

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky	$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
	67,44	0,5	-12	15	1	134,88
	$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
	0		0	1	0	
max. ($V_{min,i}; V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
67	22,93	27		619,10		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	229,52	619,10	848,62

1.01 hlavní chodba

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,76	0,158	0,050	0,208	1	1,82
D1	Vstupní dveře	2,20	1,100	0,000	1,100	1	2,42
O1	Okno	3,47	0,900	0,000	0,900	1	3,12
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							7,36
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	125,47	1,358	-0,074	-12,62		
PR2	Příčka 125 mm	30,67	1,358	0,100	4,16		
D2	Dveře interiérové	13,23	2,000	0,100	2,65		
D2	Dveře interiérové	24,57	2,000	-0,074	-3,64		
O4	Okno interiérové	49,14	3,900	-0,074	-14,20		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-23,65
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							-16,28
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\phi_{T,i}$	
(W)		18	-12	30	-16,28	-488,46	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	18	1	244,40
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		9,78		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-15,22		0	250	-0,1			
Poč.os.	Dávka vzd. (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
10	25	-5,18	30		-155,28		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\phi_{T,i}$	$\phi_{v,i}$	$\phi_i (W)$
$\phi_i = \phi_{T,i} + \phi_{v,i}$	-488,46	-155,28	-643,75

1.02 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,73	0,269	0,050	0,319	1	2,79
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							7,13
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	23,39	1,358	0,063	1,99		
ST4	Strop nad 1NP	19,04	1,706	0,063	2,03		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,156	0,59		
O4	Okno interiérové	3,94	3,900	0,156	2,40		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							7,01
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							14,14
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	14,14	452,49	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	67,98
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-1,56		0	50	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	50	-0,5313	32		-17,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		452,49	-17,00	435,49

1.03 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	3,70	0,269	0,050	0,319	1	1,18
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							5,53
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	7,44	1,358	-0,125	-1,26		
PR2	Příčka 125 mm	2,26	1,358	0,063	0,19		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,97	3,900	0,063	0,97		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							0,13
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							5,66
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	5,66	181,07	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	44,76
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-1,56		0	50	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzd. (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	50	-0,5313	32		-17,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\phi_{T,i}$	$\phi_{v,i}$	$\phi_i (W)$
$\phi_i = \phi_{T,i} + \phi_{v,i}$	181,07	-17,00	164,07

1.04 šatna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	5,44	0,269	0,050	0,319	1	1,73
O2	Okno otevíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							4,33
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,37	1,358	-0,333	-2,43		
PR2	Příčka 125 mm	1,35	1,358	-0,111	-0,20		
D2	Dveře interiérové	3,78	2,000	-0,333	-2,52		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-5,57
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							-1,25
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	-1,25	-39,89	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	22,41
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0,89652		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,90		0	0	-0,0313			
Poč.z.p.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
0	50	0,3048	32		9,75		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		-39,89	9,75	-30,13

1.05 umývárna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	11,94	0,269	0,050	0,319	1	3,81
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							3,81
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	11,83	1,358	0,111	1,79		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,111	0,42		
ST4	Strop nad 1NP	5,69	1,706	0,25	2,43		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							4,63
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							8,44
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		24	-12	36	8,44	303,81	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	24	1	17,64
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
10,00		0	120	0,0833			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
4	30m ³ /umyv	3,4	36		122,40		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	303,81	122,40	426,21

1.06 šatna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	4,26	0,269	0,050	0,319	1	1,36
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							1,36
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,111	0,42		
PR2	Příčka 125 mm	0,59	1,358	0,111	0,09		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							0,51
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							1,87
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		24	-12	36	1,87	67,28	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	24	1	17,64
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	0,0833			
Poč.zp	Dávka vzd.(m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
0	30m ³ /umyv	0	36		0,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	67,28	0,00	67,28

1.07 WC

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	4,96	0,269	0,050	0,319	1	1,58
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							1,58
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
ST3	Strop nad 1NP	2,88	1,706	0,063	0,31		
PR2	Příčka 125 mm	3,07	1,358	0,063	0,26		
PR2	Příčka 125 mm	5,58	1,358	0,156	1,18		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,99
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							3,57
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	3,57	114,24	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	8,93
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-1,56		0	50	-0,0313			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	50m ³ /WC	-0,5313	32		-17,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	114,24	-17,00	97,24

1.08 sklad

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	23,64	0,269	0,050	0,319	1	7,54
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							7,54
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	20,07	1,358	-0,185	-5,05		
PR2	Příčka 125 mm	1,29	1,358	-0,111	-0,19		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42		
ST4	Strop nad 1NP	13,79	1,706	-0,185	-4,36		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-10,02
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							-2,48
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		15	-12	27	-2,48	-66,92	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	44,76
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzd. (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
0	50	0	27		0,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	-66,92	0,00	-66,92

1.09 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,73	0,269	0,050	0,319	1	2,46
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							6,81
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	14,49	1,358	0,156	3,08		
PR2	Příčka 125 mm	6,70	1,358	0,063	0,57		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,97	3,900	0,063	0,97		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							4,85
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							11,66
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	11,66	373,07	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	59,99
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzd. (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		373,07	-34,00	339,07

1.10 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400 mm	4,47	0,269	0,050	0,319	1	1,43
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							5,77
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	3,50	1,358	0,063	0,30		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,97	3,900	0,063	0,97		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,50
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							7,27
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	7,27	232,77	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	44,76
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-1,56		0	50	-0,0313			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-0,5313	32		-17,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		232,77	-17,00	215,77

1.11 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	13,62	0,269	0,050	0,319	1	4,34
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							8,69
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	12,64	1,358	0,063	1,07		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							2,26
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							10,95
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	10,95	350,51	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	88,04
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-4,69		0	150	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
3	50	-1,5938	32		-51,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	350,51	-51,00	299,51

1.12 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,73	0,269	0,050	0,319	1	2,46
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							6,81
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	6,75	1,358	0,063	0,57		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,76
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							8,57
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	8,57	274,39	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{\min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{\text{int},i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	59,99
		$V_{\text{inf},i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{\text{inf}} + V_{\text{su},i} \cdot f_{\text{vi}} + V_{\text{mech}}$		V_{mech}	$V_{\text{su},i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{\text{v},i}$	$\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{\text{v},i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		274,39	-34,00	240,39

1.13 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	4,32	0,269	0,050	0,319	1	1,38
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							5,72
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	3,48	1,358	0,063	0,29		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,78	3,900	0,063	0,92		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,45
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							7,18
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	7,18	229,63	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{\min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{\text{int},i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	44,05
		$V_{\text{inf},i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{\text{inf}} + V_{\text{su},i} \cdot f_{\text{vi}} + V_{\text{mech}}$		V_{mech}	$V_{\text{su},i}$	f_{vi}			
-1,56		0	50	-0,0313			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{\text{v},i}$	$\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{\text{v},i}(W)$		
1	50	-0,5313	32		-17,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	229,63	-17,00	212,63

1.14 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k x U _{kc} x e _k
S1	Obvodová stěna 400	8,58	0,269	0,050	0,319	1	2,74
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							7,08
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k x U _{kc} x f _{ij}		
PR2	Příčka 125 mm	7,35	1,358	0,063	0,62		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,78	3,900	0,063	0,92		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,78
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _T							8,86
Návrhová ztráta prostupem		Θ _{int,i}	Θ _e	Θ _{int,i} - Θ _e	H _{t,i}		Φ _{T,i}
(W)		20	-12	32	8,86		283,67

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	63,64
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		283,67	-34,00	249,67

1.15 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,35	0,269	0,050	0,319	1	2,66
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							7,01
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	7,35	1,358	0,063	0,62		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,78	3,900	0,063	0,92		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,78
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							8,79
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	8,79	281,30	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	62,71
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-1,56		0	50	-0,0313			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	50	-0,5313	32		-17,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\phi_{T,i}$	$\phi_{v,i}$	$\phi_i(W)$
$\phi_i = \phi_{T,i} + \phi_{v,i}$		281,30	-17,00	264,30

1.16 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,88	0,269	0,050	0,319	1	2,51
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							6,86
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	6,91	1,358	0,063	0,59		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,78
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							8,64
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	8,64	276,39	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	62,71
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	276,39	-34,00	242,39

1.17 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	20,29	0,269	0,050	0,319	1	6,47
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
O2	Okno otevíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							13,41
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR1	Příčka 150 mm	13,49	1,201	0,156	2,53		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							2,53
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							15,94
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	15,94	510,15	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	62,43
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechrtvorů	
		2,49736		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-2,19		0	150	-0,0313			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
3	50	-0,7446	32		-23,83		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		510,15	-23,83	486,32

1.18 archiv

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,28	0,269	0,050	0,319	1	2,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							2,00
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR1	Příčka 150 mm	26,04	1,201	-0,185	-5,79		
PR2	Příčka 125 mm	4,31	1,358	-0,111	-0,65		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-6,86
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							-4,86
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		15	-12	27	-4,86	-131,20	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	27,09
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	-0,1875			
Poč. zp	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
0	50	0	27		0,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	-131,20	0,00	-131,20

1.19 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,88	0,269	0,050	0,319	1	2,51
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							6,86
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	6,91	1,358	0,063	0,59		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,78
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							8,64
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	8,64	276,39	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	64,36
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\phi_{T,i}$	$\phi_{v,i}$	$\phi_i(W)$
$\phi_i = \phi_{T,i} + \phi_{v,i}$	276,39	-34,00	242,39

1.20 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	21,20	0,269	0,050	0,319	1	6,76
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
O2	Okno otevíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							13,70
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR1	Příčka 150 mm	13,02	1,201	0,156	2,44		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							2,44
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							16,15
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	16,15	516,69	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	66,22
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechř.otvorů	
		2,64864		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-2,04		0	150	-0,0313			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
3	50	-0,6932	32		-22,18		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		516,69	-22,18	494,51

1.21 zasedací místnost

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	26,59	0,269	0,050	0,319	1	8,48
O1	Okno	14,49	0,900	0,000	0,900	1	13,04
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							21,52
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	16,90	1,358	0,156	3,58		
VS1	Vnitřní stěna 250 mm	2,17	0,869	0,063	0,12		
PR2	Příčka 125 mm	29,74	1,358	0,063	2,52		
D2	Dveře interiérové	3,78	2,000	0,063	0,47		
O4	Okno interiérové	7,56	3,900	0,063	1,84		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							8,54
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							30,06
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	30,06	962,03	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	208,29
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-15,63		0	500	-0,0313			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
10	50	-5,3125	32		-170,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	962,03	-170,00	792,03

1.23 umývárna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$
ST4	Strop nad 1NP	0,84	1,706	-0,185	-0,27
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou					-0,27
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$
PR2	Příčka 125 mm	3,07	1,358	-0,111	-0,46
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou					-0,88
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T					-1,15
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$
(W)		15	-12	27	-1,15
					$\Phi_{T,i}$
					-31,01

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	12,71
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-13,33		0	60	-0,2222			
Poč. zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
2	30 m ³ /umyv.	-4,5333	27		-122,40		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		-31,01	-122,40	-153,41

1.24 WC

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_k \times f_{ij}$
ST4	Strop nad 1NP	1,60	1,706	-0,185	-0,51
PR2	Příčka 125 mm	4,96	1,358	-0,185	-1,25
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou					-1,75
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T					-1,75
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$
(W)		15	-12	27	-1,75
					$\Phi_{T,i}$
					-47,33

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	4,96
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-11,11		0	50	-0,2222			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50 m ³ /WC	-3,7778	27		-102,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	-47,33	-102,00	-149,33

1.25 umývárna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400 mm	8,81	0,269	0,050	0,319	1	2,81
O1	Okno	4,83	1,150	0,000	1,150	1	5,55
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							8,36
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
ST4	Strop nad 1NP	2,5	1,706	-0,185	-0,79		
PR2	Příčka 125 mm	2,70	1,358	-0,185	-0,68		
PR2	Příčka 125 mm	3,69	1,358	-0,111	-0,56		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-2,44
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							5,92
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		15	-12	27	5,92	159,84	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	16,71
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-6,67		0	30	-0,2222			
Poč. zp.	Dávka vzduchu (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	30 m ³ /umyv.	-2,2667	27		-61,20		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	159,84	-61,20	98,64

1.26 WC

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_k \times f_{ij}$
ST4	Strop nad 1NP	0,65	1,706	-0,185	-0,21
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou					-0,21
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T					-0,21
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$
(W)		15	-12	27	-0,21
					$\Phi_{T,i}$
					-5,54

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	4,19
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-11,11		0	50	-0,2222			
Poč.zp	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50 m ³ /WC	-3,7778	27		-102,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	-5,54	-102,00	-107,54

1.27 WC

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_k \times f_{ij}$
ST4	Strop nad 1NP	1,35	1,706	-0,185	-0,43
PR2	Příčka 125 mm	4,588	1,358	-0,185	-1,15
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou					-1,58
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T					-1,58
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$
(W)		15	-12	27	-1,58
					$\Phi_{T,i}$
					-42,67

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	4,19
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-11,11		0	50	-0,2222			
Poč.zp	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	50 m³/WC	-3,7778	27		-102,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	-42,67	-102,00	-144,67

2.01 chodba

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k x U _{kc} x e _k
S1	Obvodová stěna 400	24,71	0,269	0,050	0,319	1	7,88
O1	Okno	5,67	0,900	0,000	0,900	1	5,10
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							12,99
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k x U _{kc} x f _{ij}		
PR2	Příčka 125 mm	116,84	1,358	-0,067	-10,58		
PR3	Příčka 2x115 mm	8,14	0,969	-0,067	-0,53		
PR2	Příčka 125 mm	25,22	1,358	0,111	3,81		
ST4	Strop nad 1NP	20,10	1,706	-0,067	-2,29		
D2	Dveře interierové	7,56	2,000	0,111	1,68		
D2	Dveře interierové	26,46	2,000	-0,067	-3,53		
O4	Okno interiérové	50,90	3,900	-0,067	-13,23		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-24,66
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _T							-11,68
Návrhová ztráta prostupem		Θ _{int,i}	Θ _e	Θ _{int,i} - Θ _e	H _{t,i}		Φ _{T,i}
(W)		18	-12	30	-11,68		-350,38

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	18	1	322,40
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-46,88		0	500	-0,0938			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
10	50	-15,938	30		-478,13		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		-350,38	-478,13	-828,51

2.02 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,26	0,269	0,050	0,319	1	2,32
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							6,66
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	17,14	1,358	0,063	1,45		
PR2	Příčka 125 mm	15,42	1,358	0,156	3,27		
PR3	Příčka 2x115 mm	4,03	0,969	0,063	0,24		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,97	3,900	0,063	0,97		
ST4	Strop nad 1NP	1,02	1,706	-0,125	-0,22		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							5,96
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							12,62
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	12,62	403,82	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	61,10
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	403,82	-34,00	369,82

2.03 sklad kancelářských potřeb

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	20,70	0,269	0,050	0,319	1	6,60
O2	Okno otevíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							9,20
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,63	1,358	-0,111	-0,85		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	-0,111	-0,42		
ST4	Strop nad 1NP	7,23	1,706	-0,185	-2,28		
ST4	Strop nad 1NP	7,10	1,706	-0,333	-4,04		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-7,59
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							1,61
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		15	-12	27	1,61	43,34	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{\min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{\text{int},i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	61,10
		$V_{\text{inf},i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		2,44404		0,02	1	1	
$V_i = V_{\text{inf}} + V_{\text{su},i} \cdot f_{\text{vi}} + V_{\text{mech}}$		V_{mech}	$V_{\text{su},i}$	f_{vi}			
2,44		0	0	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{\text{v},i}$	$\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{\text{v},i}(\text{W})$		
0	50	0,831	27		22,44		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		43,34	22,44	65,78

2.04 technická místnost

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k x U _{kc} x e _k
S1	Obvodová stěna 400	21,93	0,269	0,050	0,319	1	7,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							7,00
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k x U _{kc} x f _{ij}		
PR2	Příčka 125 mm	14,49	1,358	-0,185	-3,64		
PR2	Příčka 125 mm	5,55	1,358	-0,111	-0,84		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-4,90
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _T							2,09
Návrhová ztráta prostupem		Θ _{int,i}	Θ _e	Θ _{int,i} - Θ _e	H _{t,i}	Φ _{T,i}	
(W)		15	-12	27	2,09	56,55	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	34,78
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	-0,2222			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
0	50	0	27		0,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	56,55	0,00	56,55

2.05 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,95	0,269	0,050	0,319	1	2,22
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							6,56
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	14,49	1,358	0,156	3,08		
PR2	Příčka 125 mm	4,04	1,358	0,063	0,34		
PR3	Příčka 2x115 mm	1,94	0,969	0,063	0,12		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,92	3,900	0,063	0,95		
ST4	Strop nad 1NP	12,30	1,706	0,156	3,28		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							8,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							14,57
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		20	-12	32	14,57		466,19

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	61,10
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	466,19	-34,00	432,19

2.06 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,95	0,269	0,050	0,319	1	2,22
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							6,56
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,98	1,358	0,063	0,51		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,70
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							8,26
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	8,26	264,37	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	87,54
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-1,56		0	50	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-0,5313	32		-17,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	264,37	-17,00	247,37

2.07 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	13,62	0,269	0,050	0,319	1	4,34
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							8,69
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	12,64	1,358	0,063	1,07		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							2,26
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							10,95
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	10,95	350,51	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	52,39
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-4,69		0	150	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
3	50	-1,5938	32		-51,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	350,51	-51,00	299,51

2.08 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,10	0,269	0,050	0,319	1	1,95
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							6,29
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,12	1,358	0,063	0,43		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,63
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							7,92
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	7,92	253,36	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	56,36
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	253,36	-34,00	219,36

2.09 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,10	0,269	0,050	0,319	1	1,95
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							6,29
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,12	1,358	0,063	0,43		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,63
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							7,92
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	7,92	253,36	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	56,36
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	253,36	-34,00	219,36

2.10 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,58	0,269	0,050	0,319	1	2,74
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							7,08
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	7,60	1,358	0,063	0,65		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,84
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							8,92
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	8,92	285,41	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	63,98
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	285,41	-34,00	251,41

2.11 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,35	0,269	0,050	0,319	1	2,66
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							7,01
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	7,37	1,358	0,063	0,63		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,82
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							8,83
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	8,83	282,40	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	62,93
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-1,56		0	50	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-0,5313	32		-17,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	282,40	-17,00	265,40

2.12 zasedací místnost

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	29,33	0,269	0,050	0,319	1	9,36
O1	Okno	9,66	0,900	0,000	0,900	1	8,69
O2	Okno otevíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							20,64
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	6,53	1,358	0,156	1,38		
PR2	Příčka 125 mm	6,74	1,358	0,063	0,57		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	4,86	3,900	0,063	1,18		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							3,38
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							24,02
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	24,02	768,65	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	128,34
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		5,1336		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-10,49		0	500	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
10	50	-3,5671	32		-114,15		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		768,65	-114,15	654,50

2.13 WC

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	5,66	0,269	0,050	0,319	1	1,80
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							1,80
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,66	1,358	0,156	1,20		
ST3	Strop nad 1NP	3,87	1,706	0,156	1,03		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							2,23
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							4,04
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	4,04	129,17	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{\min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{\text{int},i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	12,00
		$V_{\text{inf},i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{\text{inf}} + V_{\text{su},i} \cdot f_{\text{vi}} + V_{\text{mech}}$		V_{mech}	$V_{\text{su},i}$	f_{vi}			
-2,50		0	80	-0,0313			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{\text{v},i}$	$\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{\text{v},i}(\text{W})$		
2	30 - 50 m³/z.p.	-0,85	32		-27,20		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		129,17	-27,20	101,97

2.14 archiv

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_k \times f_{ij}$
PR2	Příčka 125 mm	18,68	1,358	-0,185	-4,70
PR2	Příčka 125 mm	3,77	1,358	-0,111	-0,57
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou					-5,69
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T					-5,69
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$
(W)		15	-12	27	-5,69
					$\Phi_{T,i}$
					-153,51

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	12,00
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	-0,0313			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
0	30 - 50 m³/z.p.	0	27		0,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		-153,51	0,00	-153,51

2.15 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,88	0,269	0,050	0,319	1	2,51
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							6,86
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	6,91	1,358	0,063	0,59		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,78
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							8,64
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	8,64	276,39	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	64,54
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechř.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	276,39	-34,00	242,39

2.16 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	21,24	0,269	0,050	0,319	1	6,77
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
O2	Okno otevíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							13,71
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	6,45	1,358	0,156	1,37		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,37
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							15,08
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	15,08	482,60	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	65,38
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		2,61516		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
1,05		0	50	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	0,3579	32		11,45		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	482,60	11,45	494,05

2.17 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k x U _{kc} x e _k
S1	Obvodová stěna 400	15,45	0,269	0,050	0,319	1	4,93
O1	Okno	9,66	0,900	0,000	0,900	1	8,69
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							13,62
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k x U _{kc} x f _{ij}		
PR2	Příčka 125 mm	19,44	1,358	0,063	1,65		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,78	3,900	0,063	0,92		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							2,81
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _T							16,43
Návrhová ztráta prostupem		Θ _{int,i}	Θ _e	Θ _{int,i} - Θ _e	H _{t,i}		Φ _{T,i}
(W)		20	-12	32	16,43		525,76

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	127,53
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-6,25		0	200	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
4	50	-2,125	32		-68,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		525,76	-68,00	457,76

2.18 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,81	0,269	0,050	0,319	1	2,81
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							7,16
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,57	1,358	0,063	0,47		
PR3	Příčka 2x115 mm	2,40	0,969	0,063	0,15		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,78	3,900	0,063	0,92		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,78
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							8,93
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	8,93	285,86	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	68,23
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		285,86	-34,00	251,86

2.19 kuchyňka

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	4,01	0,269	0,050	0,319	1	1,28
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							5,62
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	10,18	1,358	0,156	2,16		
PR2	Příčka 125 mm	5,66	1,358	0,063	0,48		
PR3	Příčka 2x115 mm	2,11	0,969	0,063	0,13		
ST4	Strop nad 1NP	11,58	1,706	0,156	3,09		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,78	3,900	0,063	0,92		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							7,01
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							12,64
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		20	-12	32	12,64		404,40

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	45,29
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-0,94		0	30	-0,0313			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	30 m³/umyv.	-0,3188	32		-10,20		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		404,40	-10,20	394,20

2.20 WC

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$
PR2	Příčka 125 mm	5,04	1,358	-0,185	-1,27
PR2	Příčka 125 mm	13,38	1,358	-0,111	-2,02
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou					-3,71
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T					-3,71
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$
(W)		15	-12	27	-3,71
					$\Phi_{T,i}$
					-100,04

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	12,59
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,28		0	105	-0,0313			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
3	30 m ³ /umyv.	-1,1156	27		-30,12		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		-100,04	-30,12	-130,17

2.21 WC

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k x U _{kc} x e _k
S1	Obvodová stěna 400	6,59	0,269	0,050	0,319	1	2,10
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							2,10
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k x U _{kc} x f _{ij}		
PR2	Příčka 125 mm	4,73	1,358	-0,185	-1,19		
PR2	Příčka 125 mm	2,84	1,358	-0,111	-0,43		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-2,04
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _T							0,06
Návrhová ztráta prostupem		Θ _{int,i}	Θ _e	Θ _{int,i} - Θ _e	H _{t,i}		Φ _{T,i}
(W)		15	-12	27	0,06		1,74

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	9,92
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-2,50		0	80	-0,0313			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	30 m ³ /umyv.	-0,85	27		-22,95		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	1,74	-22,95	-21,21

3.01 chodba

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	24,71	0,269	0,050	0,319	1	7,88
STR	Střešní konstrukce	104,00	0,088	0,050	0,138	1	14,35
D1	Vstupní dveře	2,20	1,100	0,000	1,100	1	2,42
O1	Okno	5,67	0,900	0,000	0,900	1	5,10
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							29,76
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	116,84	1,358	-0,067	-10,58		
PR3	Příčka 2x115 mm	8,14	0,969	-0,067	-0,53		
PR2	Příčka 125 mm	25,22	1,358	0,111	3,81		
D2	Dveře interierové	7,56	2,000	0,111	1,68		
D2	Dveře interierové	26,46	2,000	-0,067	-3,53		
O4	Okno interiérové	50,90	3,900	-0,067	-13,23		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-22,38
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							7,38
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		18	-12	30	7,38	221,36	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	18	1	68,23
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-50,00		0	500	-0,1			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
10	50	-17	30		-510,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	221,36	-510,00	-288,64

3.02 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,26	0,269	0,050	0,319	1	2,32
STR	Střešní konstrukce	19,71	0,088	0,050	0,138	1	2,72
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							9,38
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	17,14	1,358	0,063	1,45		
PR3	Příčka 2x115 mm	4,03	0,969	0,063	0,24		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,97	3,900	0,063	0,97		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							2,90
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							12,29
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	12,29	393,12	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	61,10
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzd. (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		393,12	-34,00	359,12

3.03 sklad

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	20,70	0,269	0,050	0,319	1	6,60
STR	Střešní konstrukce	12,30	0,088	0,050	0,138	1	1,70
O2	Okno otevíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							10,89
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,63	1,358	-0,111	-0,85		
PR2	Příčka 125 mm	15,42	1,358	-0,185	-3,88		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	-0,111	-0,42		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-5,15
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							5,75
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		15	-12	27	5,75	155,14	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	61,10
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		2,44404		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
2,44		0	0	-0,0938			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
0	50	0,831	27		22,44		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		155,14	22,44	177,58

3.04 technická místnost

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
STR	Střešní konstrukce	11,22	0,088	0,05	0,138	1	1,55
S1	Obvodová stěna 400	21,93	0,269	0,050	0,319	1	7,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							8,54
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	14,49	1,358	-0,185	-3,64		
PR2	Příčka 125 mm	5,55	1,358	-0,111	-0,84		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-4,90
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							3,64
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		15	-12	27	3,64	98,36	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{\min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{\text{int},i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	34,78
		$V_{\text{inf},i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{\text{inf}} + V_{\text{su},i} \cdot f_{vi} + V_{\text{mech}}$		V_{mech}	$V_{\text{su},i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	-0,2222			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
0	50	0	27		0,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	98,36	0,00	98,36

3.05 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,95	0,269	0,050	0,319	1	2,22
STR	Střešní konstrukce	18,00	0,088	0,050	0,138	1	2,48
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							9,05
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	14,49	1,358	0,156	3,08		
PR2	Příčka 125 mm	4,04	1,358	0,063	0,34		
PR3	Příčka 2x115 mm	1,94	0,969	0,063	0,12		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							4,73
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							13,77
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	13,77	440,76	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	61,10
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	440,76	-34,00	406,76

3.06 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,95	0,269	0,050	0,319	1	2,22
STR	Střešní konstrukce	18,18	0,088	0,050	0,138	1	2,51
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							9,07
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,98	1,358	0,063	0,51		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,70
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							10,77
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	10,77	344,66	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	56,36
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-1,56		0	50	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-0,5313	32		-17,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		344,66	-17,00	327,66

3.07 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	13,62	0,269	0,050	0,319	1	4,34
STR	Střešní konstrukce	28,24	0,088	0,050	0,138	1	3,90
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							12,59
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	12,64	1,358	0,063	1,07		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							2,26
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							14,85
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	14,85	475,22	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	56,36
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-4,69		0	150	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
3	50	-1,5938	32		-51,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		475,22	-51,00	424,22

3.08 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,10	0,269	0,050	0,319	1	1,95
STR	Střešní konstrukce	16,90	0,088	0,050	0,138	1	2,33
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							8,62
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,12	1,358	0,063	0,43		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,63
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							10,25
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	10,25	327,99	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	56,36
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		327,99	-34,00	293,99

3.09 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,10	0,269	0,050	0,319	1	1,95
STR	Střešní konstrukce	16,90	0,088	0,050	0,138	1	2,33
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							8,62
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,12	1,358	0,063	0,43		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,63
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							10,25
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	10,25	327,99	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	56,36
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		327,99	-34,00	293,99

3.10 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,58	0,269	0,050	0,319	1	2,74
STR	Střešní konstrukce	20,64	0,088	0,050	0,138	1	2,85
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							9,93
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	7,60	1,358	0,063	0,65		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,84
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							11,77
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	11,77	376,55	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	56,36
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		376,55	-34,00	342,55

3.11 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,35	0,269	0,050	0,319	1	2,66
STR	Střešní konstrukce	20,30	0,088	0,050	0,138	1	2,80
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							9,81
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	7,37	1,358	0,063	0,63		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,82
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							11,63
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	11,63	372,05	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	56,36
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-1,56		0	50	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-0,5313	32		-17,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		372,05	-17,00	355,05

3.12 zasedací místnost

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	29,33	0,269	0,050	0,319	1	9,36
STR	Střešní konstrukce	41,40	0,088	0,050	0,138	1	5,71
O1	Okno	9,66	0,900	0,000	0,900	1	8,69
O2	Okno otevíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							26,36
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	6,53	1,358	0,156	1,38		
PR2	Příčka 125 mm	6,74	1,358	0,063	0,57		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	4,86	3,900	0,063	1,18		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							3,38
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							29,73
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	29,73	951,47	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	128,34
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		5,1336		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-10,49		0	500	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
10	50	-3,5671	32		-114,15		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		951,47	-114,15	837,32

3.13 WC

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
STR	Střešní konstrukce	3,87	0,088	0,05	0,138	1	0,53
S1	Obvodová stěna 400	5,66	0,269	0,050	0,319	1	1,80
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							2,34
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,66	1,358	0,156	1,20		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,20
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							3,54
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	3,54	113,26	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	12,00
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-2,50		0	80	-0,0313			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
2	30 - 50 m³/z.p.	-0,85	32		-27,20		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		113,26	-27,20	86,06

3.14 spisovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
STR	Střešní konstrukce	3,81	0,088	0,05	0,138	1	0,53
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							0,53
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	18,68	1,358	-0,185	-4,70		
PR2	Příčka 125 mm	3,77	1,358	-0,111	-0,57		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-5,69
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							-5,16
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		15	-12	27	-5,16	-139,31	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	12,00
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	-0,2222			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
0	30 - 50 m³/z.p.	0	27		0,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		-139,31	0,00	-139,31

3.15 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,88	0,269	0,050	0,319	1	2,51
STR	Střešní konstrukce	20,82	0,088	0,050	0,138	1	2,87
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							9,73
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	6,91	1,358	0,063	0,59		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno	3,92	3,900	0,063	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,78
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							11,51
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	11,51	368,34	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	64,54
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		368,34	-34,00	334,34

3.16 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	21,24	0,269	0,050	0,319	1	6,77
STR	Střešní konstrukce	21,09	0,088	0,050	0,138	1	2,91
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
O2	Okno otevíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							16,62
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	6,45	1,358	0,156	1,37		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,37
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							17,99
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	17,99	575,74	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	65,38
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		2,61516		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
1,05		0	50	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	50	0,3579	32		11,45		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	575,74	11,45	587,19

3.17 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	15,45	0,269	0,050	0,319	1	4,93
STR	Střešní konstrukce	41,14	0,088	0,050	0,138	1	5,68
O1	Okno	9,66	0,900	0,000	0,900	1	8,69
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							19,30
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	19,44	1,358	0,063	1,65		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,78	3,900	0,063	0,92		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							2,81
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							22,11
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	22,11	707,44	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	127,53
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechř.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-6,25		0	200	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
4	50	-2,125	32		-68,00		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		707,44	-68,00	639,44

3.18 pracovna

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,81	0,269	0,050	0,319	1	2,81
STR	Střešní konstrukce	22,01	0,088	0,050	0,138	1	3,04
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							10,19
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,57	1,358	0,063	0,47		
PR3	Příčka 2x115 mm	2,40	0,969	0,063	0,15		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,78	3,900	0,063	0,92		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							1,78
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							11,97
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		20	-12	32	11,97	383,05	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	68,23
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-3,13		0	100	-0,0313			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
2	50	-1,0625	32		-34,00		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	383,05	-34,00	349,05

3.19 kuchyňka

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	4,01	0,269	0,050	0,319	1	1,28
STR	Střešní konstrukce	14,61	0,088	0,050	0,138	1	2,02
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							7,64
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	10,18	1,358	0,156	2,16		
PR2	Příčka 125 mm	5,66	1,358	0,063	0,48		
PR3	Příčka 2x115 mm	2,11	0,969	0,063	0,13		
D2	Dveře interierové	1,89	2,000	0,063	0,24		
O4	Okno interiérové	3,78	3,900	0,063	0,92		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							3,93
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							11,57
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		20	-12	32	11,57		370,14

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	20	1	68,23
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-0,94		0	30	-0,0313			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	30 m³/umyv.	-0,3188	32		-10,20		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	370,14	-10,20	359,94

3.20 WC

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
STR	Střešní konstrukce	4,06	0,088	0,05	0,138	1	0,56
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							0,56
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
PR2	Příčka 125 mm	5,04	1,358	-0,185	-1,27		
PR2	Příčka 125 mm	13,38	1,358	-0,111	-2,02		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-3,71
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_T							-3,15
Návrhová ztráta prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		15	-12	27	-3,15	-84,92	

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	12,59
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-23,33		0	105	-0,2222			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
3	30 m³/umyv.	-7,9333	27		-214,20		

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i (W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$		-84,92	-214,20	-299,12

3.21 WC

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k x U _{kc} x e _k
STR	Střešní konstrukce	3,20	0,088	0,050	0,138	1	0,44
S1	Obvodová stěna 400	6,59	0,269	0,050	0,319	1	2,10
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							2,54
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k x U _{kc} x f _{ij}		
PR2	Příčka 125 mm	4,73	1,358	-0,185	-1,19		
PR2	Příčka 125 mm	2,84	1,358	-0,111	-0,43		
D2	Dveře interiérové	1,89	2,000	-0,111	-0,42		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-2,04
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _T							0,51
Návrhová ztráta prostupem		Θ _{int,i}	Θ _e	Θ _{int,i} - Θ _e	H _{T,i}		Φ _{T,i}
(W)		15	-12	27	0,51		13,66

Tepelné ztráty větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	-12	15	1	9,92
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-17,78		0	80	-0,2222			
Poč.zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.ztráta větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	30 m³/umyv.	-6,0444	27		-163,20		

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_i(W)$
$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}$	13,66	-163,20	-149,54



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

PŘÍLOHA 2
VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Tereza Snášelová

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2017

1.01 hlavní chodba

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	26,59	0,269	0,050	0,319	1	8,48
D1	Vstupní dveře	2,20	1,100	0,000	1,100	1	2,42
O1	Okno	14,49	0,900	0,000	0,900	1	13,04
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							23,94
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							23,94
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	23,94		-88,59

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	244,40
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		9,776		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-323,56		0	250	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
10	25	-110	-3		330,03		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		6,51	0	117	113,29	0,585	-431,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						10	-620
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			0		20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				10	0		0

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		-810,01

1.02 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,73	0,269	0,050	0,319	1	2,79
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							7,13
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
ST4	Strop nad 1NP	21,93	0,676	-1,8	-26,68		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-26,68
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							-19,55
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		26	29,7	-3,7	-19,55	72,34	

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	67,98
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	50	-1,3333			
Poč.os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-22,67	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	5,67	0	117	113,29	0,585	-375,8
Produkce tepla lidí						Q_l (W)
						1
						-62
Produkce tepla svítidel	A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)			
			20			
						0
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		
			1	75		
						-75

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-372,44

1.03 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	3,70	0,269	0,050	0,319	1	1,18
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							5,53
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
ST4	Strop nad 1NP	14,44	0,676	-1,8	-17,57		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-17,57
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							-12,04
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		26	29	-3	-12,04	36,13	

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29,7	26	1	44,76
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	50	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	50	-22,67	-3,7		83,87		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	5,67	0	117	113,29	0,585	-375,8
Produkce tepla lidí					n_l (W)	Q_l (W)
					1	-62
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
				20		0
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
			1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-392,78

1.04 šatna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	5,44	0,269	0,050	0,319	1	1,73
O2	Okno otevíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							4,33
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
ST4	Strop nad 1NP	7,23	0,676	-1,8	-8,80		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-8,80
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							-4,47
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		26	29	-3	-4,47	13,42	

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29,7	26	1	22,41
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0,89652		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,90		0	0	- 1,3333			
Poč. z.p.	Dávka vzduchu (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
0	50	0,3048	-3,7		-1,13		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	l_o (W/m ²)	l_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	2,16	0	117	113,29	0,585	-143,2
Produkce tepla lidí					n_l (W)	Q_l (W)
					0	0
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
				20		0
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
			0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-130,87

1.05 umývárna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	11,94	0,269	0,050	0,319	1	3,81
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							3,81
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
ST4	Strop nad 1NP	5,69	0,676	-1,8	-6,92		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-6,92
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							-3,12
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		26	29,7	-3,7	-3,12	11,53	

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	17,64
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-160,00		0	120	-1,3333			
Poč. zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
4	30m³/umyv	-54,4	-3		163,20		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)			Q_{sv} (W)
		5,69		20			-113,8
Produkce tepla zařízení			n	P (W)			$Q_{zař}$ (W)
			0	75			0

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		60,93

1.06 šatna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	4,26	0,269	0,050	0,319	1	1,36
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							1,36
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
ST4	Strop nad 1NP	1,1	0,676	-1,8	-1,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-1,34
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							0,02
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		26	29,7	-3,7	0,02	-0,08	

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	17,64
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	- 1,3333			
Počet zp.	Dávka vzd.(m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
0	30m³/umyv	0	-3		0,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	l_o (W/m ²)	l_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			1,1		20		-22
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		-22,08

1.07 WC

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	4,96	0,269	0,050	0,319	1	1,58
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							1,58
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
ST4	Strop nad 1NP	2,88	0,676	-1,8	-3,50		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-3,50
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							-1,92
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		26	29,7	-3,7	-1,92	7,11	

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	8,93
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	50	-1,3333			
Počet zp.	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh.zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	50m ³ /WC	-22,67	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			2,88		20		-57,6
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		17,51

1.08 sklad

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k x U _{kc} x e _k
S1	Obvodová stěna 400	23,64	0,269	0,050	0,319	1	7,54
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							7,54
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k x U _{kc} x f _{ij}		
ST4	Strop nad 1NP	13,79	0,676	-1,8	-16,78		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-16,78
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H _T							-9,24
Návrhová zátěž prostupem		Θ _{int,i}	Θ _e	Θ _{int,i} - Θ _e	H _{t,i}		Φ _{T,i}
(W)		26	29,7	-3,7	-9,24		34,19

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	44,76
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
0	50	0	-3		0,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			0		20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		34,19

1.09 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,73	0,269	0,050	0,319	1	2,46
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							6,81
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							6,81
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	6,81		-25,20

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	59,99
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-133,33		0	100	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
2	50	-45,33	-3		136,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,0328	505	113,29	0,585	-1529,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			0		20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		-1692,25

1.10 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	4,47	0,269	0,050	0,319	1	1,43
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							5,77
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							5,77
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	5,77		-21,36

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	44,76
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	50	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-22,67	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	5,67	5,0328	505	113,29	0,585	-1529,0
Produkce tepla lidí					n_l (W)	Q_l (W)
					1	-62
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
		0		20		0
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
			1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-1619,40

1.11 pracovní

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	13,62	0,269	0,050	0,319	1	4,34
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							8,69
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							8,69
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	8,69		-32,16

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	88,04
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-200,00		0	150	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
3	50	-68	-3		204,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,0328	505	113,29	0,585	-1529,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						3	-186
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			0		20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				3	75		-225

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		-1768,20

1.12 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,73	0,269	0,050	0,319	1	2,47
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							6,81
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							6,81
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	6,81		-25,21

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	59,99
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-133,33		0	100	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-45,33	-3		136,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,0328	505	113,29	0,585	-1529,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			0		20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		-1692,25

1.13 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	4,32	0,269	0,050	0,319	1	1,38
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							5,73
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							5,73
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	5,73		-21,18

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	44,05
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	50	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-22,67	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	5,67	5,0328	505	113,29	0,585	-1529,0
Produkce tepla lidí					n_l (W)	Q_l (W)
					1	-62
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
		0		20		0
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
			1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-1619,23

1.14 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,58	0,269	0,050	0,319	1	2,74
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							7,08
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							7,08
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	7,08		-26,21

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	63,64
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-133,33		0	100	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
2	50	-45,33	-3		136,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,0328	505	113,29	0,585	-1529,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			0		20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		-1693,26

1.15 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,35	0,269	0,050	0,319	1	2,66
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							7,01
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							7,01
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	7,01		-25,94

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	62,71
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	50	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	50	-22,67	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,0328	505	113,29	0,585	-1529,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						1	-62
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			0		20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-1623,98

1.16 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,88	0,269	0,050	0,319	1	2,51
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							6,86
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							6,86
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	6,86		-25,38

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	62,71
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-133,33		0	100	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
2	50	-45,33	-3		136,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,0328	505	113,29	0,585	-1529,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			0		20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		-1692,43

1.17 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	20,29	0,269	0,050	0,319	1	6,47
O2	Okno otevíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							13,41
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							13,41
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	13,41		-49,62

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	62,43
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-200,00		0	150	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
3	50	-68	-3		204,00		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	2,16	1,95	230	113,29	0,585	-276,3
	5,67	5,0328	505	113,29	0,585	-1529,0
Produkce tepla lidí					n_l (W)	Q_l (W)
					3	-186
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
		0		20		0
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
			3	75		-225

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-2061,96

1.18 archiv

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,28	0,269	0,050	0,319	1	2,00
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							2,00
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							2,00
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	2,00		-7,41

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	27,09
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
0	50	0	-3		0,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	505	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			0		20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		-7,41

1.19 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,88	0,269	0,050	0,319	1	2,51
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							6,86
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							6,86
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	6,86		-25,38

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	64,36
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-133,33		0	100	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-45,33	-3		136,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,0328	505	113,29	0,585	-1529,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			0		20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		-1692,43

1.20 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	21,20	0,269	0,050	0,319	1	6,76
O2	Okno otvíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							13,70
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							13,70
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	13,70		-50,70

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	66,22
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-200,00		0	150	-1,3333			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
3	50	-68	-3		204,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		2,16	1,95	230	113,29	0,585	-276,3
		5,67	5,0328	117	113,29	0,585	-386,7
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						3	-186
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			0		20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				3	75		-225

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-920,69

1.21 zasedací místnost

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	26,59	0,269	0,050	0,319	1	8,48
O1	Okno	14,49	0,900	0,000	0,900	1	13,04
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							21,52
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$		
ST4	Strop nad 1NP	39,14	0,676	-1,8	-47,63		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-47,63
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							-26,10
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	$\Phi_{T,i}$	
(W)		26	29,7	-3,7	-26,10	96,58	

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	208,29
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-666,67		0	500	- 1,3333			
Počet os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
10	50	-226,7	-3		680,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		17,01	15,098	117	113,29	0,585	-1160,1
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						10	-620
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			0		20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				10	75		-750

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-1753,52

1.23 umývárna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_{kc} \times f_{ij}$
ST4	Strop nad 1NP	0,84	0,676	-1,8	-1,02
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou					-1,02
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T					-1,02
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$
		(W)	26	29,7	-3,7
					$\Phi_{T,i}$
					3,78

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	12,71
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechrtvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-80,00		0	60	-1,3333			
Počet zp	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	30 m³/umyv.	-27,2	-3		81,60		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			4,1		20		-82
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	3,38

1.24 WC

Tepelná zátěž prostupem

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_k \times f_{ij}$
ST4	Strop nad 1NP	1,6	0,676	-1,8	-1,95
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou					-1,95
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T					-1,95
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$
		(W)	26	29,7	-3,7
					$\Phi_{T,i}$
					7,20

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	4,96
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	50	-1,3333			
Počet zp	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50 m³/umyv.	-22,67	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			1,6		20		-32
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	43,20

1.25 umývárna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_k \times f_{ij}$
ST4	Strop nad 1NP	2,5	0,676	-1,8	-3,04
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou					-3,04
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T					-3,04
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$
		(W)	26	29,7	-3,7
					$\Phi_{T,i}$
					11,26

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	16,71
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechř.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-40,00		0	30	-1,3333			
Počet zp	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	30 m³/umyv.	-13,6	-3		40,80		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			5,39		20		-107,8
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-55,74

1.26 WC

Tepelná zátěž prostupem

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_k \times f_{ij}$
ST4	Strop nad 1NP	0,65	0,676	-1,8	-0,79
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou					-0,79
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T					-0,79
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$
		(W)	26	29,7	-3,7
					$\Phi_{T,i}$
					2,93

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	4,19
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	50	-1,3333			
Počet zp	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50 m³/umyv.	-22,67	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)			
		1,35		20			
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		
				0	75		
						$Q_{zař}$ (W)	
						0	

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		43,93

1.27 WC

Tepelná zátěž prostupem

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \times U_k \times f_{ij}$
ST4	Strop nad 1NP	1,35	0,676	-1,8	-1,64
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou					-1,64
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T					-1,64
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	-1,64
					$\Phi_{T,i}$
					6,08

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	4,19
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	50	-1,3333			
Počet zp	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50 m³/umyv.	-22,67	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			1,35		20		-27
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	47,08

2.01 chodba

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	24,71	0,269	0,050	0,319	1	7,88
O1	Okno	5,67	0,900	0,000	0,900	1	5,10
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							12,99
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							12,99
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	12,99		-48,05

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	322,40
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-333,33		0	500	- 0,6667			
Počet os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
10	50	-113,33	-3		340,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	117	113,29	0,585	-386,7
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						10	-620
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				10	75		-750

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-1464,74

2.02 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,26	0,269	0,050	0,319	1	2,32
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							6,66
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							6,66
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	6,66		-24,65

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	61,10
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	0	117	113,29	0,585	-375,8
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		-531,43

2.03 sklad kancelářských potřeb

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	20,70	0,269	0,050	0,319	1	6,60
O2	Okno otvíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							9,20
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							9,20
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	9,20		-34,02

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	61,10
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		2,444		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-30,89		0	50	- 0,6667			
Počet os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-10,502	-3		31,51		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		2,16	0	117	113,29	0,585	-143,2
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						1	-62
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-282,67

2.04 technická místnost

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k x U _{kc} x e _k
S1	Obvodová stěna 400	21,93	0,269	0,050	0,319	1	7,00
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							7,00
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H _T							7,00
Návrhová zátěž prostupem		Θ _{int,i}	Θ _e	Θ _{int,i} - Θ _e	H _{t,i}		Φ _{T,i}
(W)		26	29,7	-3,7	7,00		-25,88

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	34,78
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	-0,6667			
Počet os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
0	50	0	-3		0,00		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí					n_l (W)	Q_l (W)
					0	0
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
				20		0
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
			0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-25,88

2.05 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,95	0,269	0,050	0,319	1	2,22
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							6,56
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							6,56
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	6,56		-24,29

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	61,10
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		-1758,69

2.06 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,95	0,269	0,050	0,319	1	2,22
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							6,56
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							6,56
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	6,56		-24,29

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	56,36
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-33,33		0	50	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-11,333	-3		34,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						1	-62
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		-1655,69

2.07 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	13,62	0,269	0,050	0,319	1	4,34
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							8,69
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							8,69
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	8,69		-32,16

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	87,54
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-100,00		0	150	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
3	50	-34	-3		102,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						3	-186
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				3	75		-225

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		-1869,56

2.08 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,10	0,269	0,050	0,319	1	1,95
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							6,29
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							6,29
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	6,29		-23,28

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	52,39
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		-1757,69

2.09 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,10	0,269	0,050	0,319	1	1,95
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							6,29
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							6,29
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	6,29		-23,28

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	52,39
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	- 0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí					n_l (W)	Q_l (W)
					2	-124
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
				20		0
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
			2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-1757,69

2.10 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,58	0,269	0,050	0,319	1	2,74
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							7,08
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							7,08
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	7,08		-26,21

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	63,98
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		-1760,61

2.11 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,35	0,269	0,050	0,319	1	2,66
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							7,01
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							7,01
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	7,01		-25,94

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{\min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{\text{int},i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	62,93
		$V_{\text{inf},i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{\text{inf}} + V_{\text{su},i} \cdot f_{\text{vi}} + V_{\text{mech}}$		V_{mech}	$V_{\text{su},i}$	f_{vi}			
-33,33		0	50	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{\text{v},i}$	$\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{\text{v},i}(\text{W})$		
1	50	-11,333	-3		34,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						1	-62
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		-1657,34

2.12 zasedací místnost

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,35	0,269	0,050	0,319	1	2,66
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
O2	Okno otvíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							9,60
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							9,60
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	9,60		-35,53

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	128,34
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-333,33		0	500	-0,6667			
Počet os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
10	50	-113,33	-3		340,00		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	11,34	10,06	505	113,29	0,585	-3056,8
	2,16	1,94	230	113,29	0,585	-275,6
Produkce tepla lidí					n_l (W)	Q_l (W)
					10	-620
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
				20		0
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
			10	75		-750

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-4397,94

2.13 WC

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k x U _{kc} x e _k
S1	Obvodová stěna 400	5,66	0,269	0,050	0,319	1	1,81
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							1,81
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H _T							1,81
Návrhová zátěž prostupem		Θ _{int,i}	Θ _e	Θ _{int,i} - Θ _e	H _{t,i}		Φ _{T,i}
(W)		26	29,7	-3,7	1,81		-6,68

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	12,00
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-53,33		0	80	-0,6667			
Počet zp	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	30 - 50 m³/z.p.	-18,133	-3		54,40		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí					n_l (W)	Q_l (W)
					0	0
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
		3,87		20		-77,4
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
			0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-29,68

2.14 archiv

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{\min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{\text{int},i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	12,00
		$V_{\text{inf},i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{\text{inf}} + V_{\text{su},i} \cdot f_{\text{vi}} + V_{\text{mech}}$		V_{mech}	$V_{\text{su},i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	-0,6667			
Počet zp	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{\text{v},i}$	$\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{\text{v},i}$ (W)		
0	30 - 50 m³/z.p.	0	-3		0,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{\text{zař}}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon		ϕ_i (W)
		0,00

2.15 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,88	0,269	0,050	0,319	1	2,51
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							6,86
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							6,86
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	6,86		-25,38

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{\min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{\text{int},i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	64,54
		$V_{\text{inf},i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{\text{inf}} + V_{\text{su},i} \cdot f_{\text{vi}} + V_{\text{mech}}$		V_{mech}	$V_{\text{su},i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{\text{v},i}$	$\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{\text{v},i}(\text{W})$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	117	113,29	0,585	-386,7
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		-618,08

2.16 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	21,24	0,269	0,050	0,319	1	6,78
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
O2	Okno otvíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							13,71
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							13,71
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	13,71		-50,74

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{\min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{\text{int},i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	65,38
		$V_{\text{inf},i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{\text{inf}} + V_{\text{su},i} \cdot f_{\text{vi}} + V_{\text{mech}}$		V_{mech}	$V_{\text{su},i}$	f_{vi}			
-33,33		0	50	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{\text{v},i}$	$\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{\text{v},i}(W)$		
1	50	-11,333	-3		34,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	117	113,29	0,585	-386,7
		2,16	1,94	230	113,29	0,585	-275,6
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						1	-62
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-816,05

2.17 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	15,45	0,269	0,050	0,319	1	4,93
O1	Okno	9,66	0,900	0,000	0,900	1	8,69
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							13,62
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							13,62
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	13,62		-50,40

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	127,53
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechtr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-133,33		0	200	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
4	50	-45,333	-3		136,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		11,34	10,06	117	113,29	0,585	-773,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						4	-248
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				4	75		-300

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		-1235,79

2.18 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,81	0,269	0,050	0,319	1	2,81
O1	Okno	9,66	0,900	0,000	0,900	1	8,69
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							11,50
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							11,50
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	11,50		-42,57

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	68,23
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	117	113,29	0,585	-386,7
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		-635,26

2.19 kuchyňka

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	4,01	0,269	0,050	0,319	1	1,28
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							5,63
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							5,63
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	5,63		-20,82

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	45,29
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-20,00		0	30	-0,6667			
Počet zp	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	30 m³/umyv.	-6,8	-3		20,40		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	5,67	5,03	117	113,29	0,585	-386,7
Produkce tepla lidí					n_l (W)	Q_l (W)
					0	0
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
				20		0
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
			0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-387,11

2.20 WC

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{\min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{\text{int},i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	12,59
		$V_{\text{inf},i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{\text{inf}} + V_{\text{su},i} \cdot f_{vi} + V_{\text{mech}}$		V_{mech}	$V_{\text{su},i}$	f_{vi}			
-70,00		0	105	-0,6667			
Počet zp	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
3	30 m³/umyv.	-23,8	-3		71,40		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	l_o (W/m ²)	l_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)			Q_{sv} (W)
		4,06		20			-81,2
Produkce tepla zařízení			n	P (W)			$Q_{zař}$ (W)
			0	75			0

Celkový návrhový tepelný výkon		ϕ_i (W)
		-9,80

2.21 WC

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,59	0,269	0,050	0,319	1	2,10
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							2,10
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							2,10
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	2,10		-7,78

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	9,92
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-53,33		0	80	-0,6667			
Počet zp	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	30 m³/umyv.	-18,133	-3		54,40		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	l_o (W/m ²)	l_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			3,2		20		-64
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		-17,38

3.01 chodba

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	24,71	0,269	0,050	0,319	1	7,88
STR	Střešní konstrukce	104,00	0,088	0,050	0,138	1	14,35
D1	Vstupní dveře	2,20	1,100	0,000	1,100	1	2,42
O1	Okno	3,47	0,900	0,000	0,900	1	3,12
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							27,78
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							27,78
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	27,78		-102,78

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{\min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{\text{int},i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	322,40
		$V_{\text{inf},i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{\text{inf}} + V_{\text{su},i} \cdot f_{\text{vi}} + V_{\text{mech}}$		V_{mech}	$V_{\text{su},i}$	f_{vi}			
-333,33		0	500	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{\text{v},i}$	$\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{\text{v},i}(W)$		
10	50	-113,33	-3		340,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	117	113,29	0,585	-386,7
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						10	-620
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				10	75		-750

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-1519,47

3.02 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,26	0,269	0,050	0,319	1	2,32
STR	Střešní konstrukce	19,71	0,088	0,050	0,138	2	5,44
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							12,10
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							12,10
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	12,10		-44,78

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	61,10
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	0	117	113,29	0,585	-375,8
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-551,56

3.03 sklad

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	20,70	0,269	0,050	0,319	1	6,60
STR	Střešní konstrukce	12,30	0,088	0,050	0,138	1	1,70
O2	Okno otvíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							10,89
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							10,89
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	10,89		-40,30

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	61,10
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		2,444		0,02	1	1	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-30,89		0	50	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-10,502	-3		31,51		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		2,16	0	117	113,29	0,585	-143,2
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						1	-62
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-288,95

3.04 technická místnost

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
STR	Střešní konstrukce	11,22	0,088	0,05	0,138	1	1,55
S1	Obvodová stěna 400	21,93	0,269	0,050	0,319	1	7,00
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							8,54
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							8,54
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	8,54		-31,61

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	34,78
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
0	50	0	-3		0,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		-31,61

3.05 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,95	0,269	0,050	0,319	1	2,22
STR	Střešní konstrukce	18,00	0,088	0,050	0,138	1	2,48
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							9,05
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							9,05
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	9,05		-33,48

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	61,10
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-1767,88

3.06 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,95	0,269	0,050	0,319	1	2,22
STR	Střešní konstrukce	18,18	0,088	0,050	0,138	1	2,51
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							9,07
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							9,07
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	9,07		-33,57

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	56,36
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-33,33		0	50	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-11,333	-3		34,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						1	-62
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-1664,97

3.07 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	13,62	0,269	0,050	0,319	1	4,34
STR	Střešní konstrukce	28,24	0,088	0,050	0,138	1	3,90
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							12,59
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							12,59
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	12,59		-46,58

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	87,54
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-100,00		0	150	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
3	50	-34	-3		102,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						3	-186
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				3	75		-225

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-1883,98

3.08 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,10	0,269	0,050	0,319	1	1,95
STR	Střešní konstrukce	16,90	0,088	0,050	0,138	1	2,33
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							8,63
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							8,63
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	8,63		-31,91

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	52,39
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-1766,32

3.09 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	6,10	0,269	0,050	0,319	1	1,95
STR	Střešní konstrukce	16,90	0,088	0,050	0,138	1	2,33
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							8,63
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							8,63
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	8,63		-31,91

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{\min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{\text{int},i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	52,39
		$V_{\text{inf},i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{\text{inf}} + V_{\text{su},i} \cdot f_{\text{vi}} + V_{\text{mech}}$		V_{mech}	$V_{\text{su},i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{\text{v},i}$	$\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{\text{v},i}(\text{W})$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-1766,32

3.10 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,58	0,269	0,050	0,319	1	2,74
STR	Střešní konstrukce	20,64	0,088	0,050	0,138	1	2,85
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							9,93
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							9,93
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	9,93		-36,75

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	63,98
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-1771,15

3.11 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,35	0,269	0,050	0,319	1	2,66
STR	Střešní konstrukce	20,30	0,088	0,050	0,138	1	2,80
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							9,81
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							9,81
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	9,81		-36,30

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	62,93
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-33,33		0	50	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	50	-11,333	-3		34,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	505	113,29	0,585	-1528,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						1	-62
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-1667,71

3.12 zasedací místnost

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,35	0,269	0,050	0,319	1	2,66
STR	Střešní konstrukce	41,40	0,088	0,050	0,138	1	5,71
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
O2	Okno otvíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							15,32
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							15,32
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{t,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	15,32		-56,67

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ε	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	128,34
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-333,33		0	500	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
10	50	-113,33	-3		340,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		11,34	10,06	505	113,29	0,585	-3056,8
		2,16	1,94	230	113,29	0,585	-275,6
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						10	-620
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				10	75		-750

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-4419,08

3.13 WC

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
STR	Střešní konstrukce	3,87	0,088	0,05	0,138	1	0,53
S1	Obvodová stěna 400	5,66	0,269	0,050	0,319	1	1,81
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							1,81
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							1,81
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	1,81		-6,68

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	12,00
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-53,33		0	80	-0,6667			
Počet zp	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	30 - 50 m ³ /z.p.	-18,133	-3		54,40		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		47,72

3.14 archiv

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
STR	Střešní konstrukce	3,81	0,088	0,05	0,138	1	0,53
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							0,53
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							0,53
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	0,53		-1,95

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	12,00
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
0,00		0	0	-0,6667			
Počet zp	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}$ (W)		
0	30 - 50 m ³ /z.p.	0	-3		0,00		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí					n_l (W)	Q_l (W)
					0	0
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
				20		0
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
			0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon	Φ_i (W)
	-1,95

3.15 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	7,88	0,269	0,050	0,319	1	2,51
STR	Střešní konstrukce	20,82	0,088	0,050	0,138	1	2,87
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							9,73
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							9,73
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	9,73		-36,02

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	64,54
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	117	113,29	0,585	-386,7
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-628,71

3.16 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	21,24	0,269	0,050	0,319	1	6,78
STR	Střešní konstrukce	21,09	0,088	0,050	0,138	1	2,91
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
O2	Okno otvíravé	2,16	1,200	0,000	1,200	1	2,59
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							16,62
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							16,62
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\phi_{t,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	16,62		-61,51

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	65,38
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-33,33		0	50	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	50	-11,333	-3		34,00		

Tepelná zátěž radiací okny	S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
	5,67	5,03	117	113,29	0,585	-386,7
	2,16	1,94	230	113,29	0,585	-275,6
Produkce tepla lidí					n_l (W)	Q_l (W)
					1	-62
Produkce tepla svítidel		A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
				20		0
Produkce tepla zařízení			n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
			1	75		-75

Celkový návrhový tepelný výkon	$\phi_i(W)$
	-826,81

3.17 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	15,45	0,269	0,050	0,319	1	4,93
STR	Střešní konstrukce	41,14	0,088	0,050	0,138	1	5,68
O1	Okno	9,66	0,900	0,000	0,900	1	8,69
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							19,30
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							19,30
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	19,30		-71,41

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	127,53
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-133,33		0	200	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
4	50	-45,333	-3		136,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		11,34	10,06	117	113,29	0,585	-773,4
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						4	-248
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				4	75		-300

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-1256,80

3.18 pracovna

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	8,81	0,269	0,050	0,319	1	2,81
STR	Střešní konstrukce	22,01	0,088	0,050	0,138	1	3,04
O1	Okno	9,66	0,900	0,000	0,900	1	8,69
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							14,54
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							14,54
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	14,54		-53,80

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	68,23
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-66,67		0	100	-0,6667			
Poč. os.	Dávka vzduchu (m3/os)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
2	50	-22,667	-3		68,00		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	117	113,29	0,585	-386,7
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						2	-124
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				2	75		-150

Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_i(W)$
	-646,50

3.19 kuchyňka

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S1	Obvodová stěna 400	4,01	0,269	0,050	0,319	1	1,28
STR	Střešní konstrukce	14,61	0,088	0,050	0,138	1	2,02
O1	Okno	4,83	0,900	0,000	0,900	1	4,35
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							7,64
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							7,64
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	7,64		-28,28

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	45,29
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-20,00		0	30	-0,6667			
Počet zp	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\phi_{v,i}(W)$		
1	30 m³/umyv.	-6,8	-3		20,40		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		5,67	5,03	117	113,29	0,585	-386,7
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
					20		0
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		-394,57

3.20 WC

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
STR	Střešní konstrukce	4,06	0,088	0,05	0,138	1	0,56
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							0,56
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							0,56
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	0,56		-2,07

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	12,59
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-70,00		0	105	-0,6667			
Počet zp	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
3	30 m³/umyv.	-23,8	-3		71,40		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			4,06		20		-81,2
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon		Φ_i (W)
		-11,87

3.21 WC

Tepelná zátěž prostupem

Tepelná zátěž přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
STR	Střešní konstrukce	3,2	0,088	0,05	0,138	10	4,42
S1	Obvodová stěna 400	6,59	0,269	0,050	0,319	1	2,10
Celková měrná tepelná zátěž z venkovního prostředí							6,52
Celková měrná tepelná zátěž prostupem H_T							6,52
Návrhová zátěž prostupem		$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$		$\Phi_{T,i}$
(W)		26	29,7	-3,7	6,52		-24,12

Tepelná zátěž větráním - nucené větrání

Hygienické požadavky		$V_{min,i}$	n (1/h)	Θ_e	$\Theta_{int,i}$	ϵ	Objem místn. V_i
		0	0	29	26	1	9,92
		$V_{inf,i}$		e	n_{50}	Počet nechr.otvorů	
		0		0	1	0	
$V_i = V_{inf} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech}$		V_{mech}	$V_{su,i}$	f_{vi}			
-53,33		0	80	-0,6667			
Počet zp	Dávka vzd. (m3/z.p.)	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$		Návrh. zátěž větráním $\Phi_{v,i}(W)$		
1	30 m³/umyv.	-18,133	-3		54,40		

Tepelná zátěž radiací okny		S_o (m ²)	S_{os} (m ²)	I_o (W/m ²)	I_{od} (W/m ²)	s	Q_{or} (W)
		0	0	117	113,29	0,585	0,0
Produkce tepla lidí						n_l (W)	Q_l (W)
						0	0
Produkce tepla svítidel			A (m ²)	A_{bez} (m ²)	P (W/m ²)		Q_{sv} (W)
			3,2		20		-64
Produkce tepla zařízení				n	P (W)		$Q_{zař}$ (W)
				0	75		0

Celkový návrhový tepelný výkon		$\Phi_i(W)$
		-33,72